

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 H02N 2/00	A1	(11) 国際公開番号 WO00/38309
		(43) 国際公開日 2000年6月29日(29.06.00)
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04877</p> <p>(22) 国際出願日 1999年9月8日(08.09.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/363543 1998年12月21日(21.12.98) JP 特願平10/363546 1998年12月21日(21.12.98) JP 特願平10/363550 1998年12月21日(21.12.98) JP 特願平11/69158 1999年3月15日(15.03.99) JP 特願平11/250225 1999年9月3日(03.09.99) JP </p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP) </p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 宮澤 修(MIYAZAWA, Osamu)[JP/JP] 楠本泰治(HASHIMOTO, Yasuharu)[JP/JP] 松坂 司(FUNASAKA, Tsukasa)[JP/JP] 古畑 誠(FURUHATA, Makoto)[JP/JP] 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP) </p>		<p>(74) 代理人 川崎研二(KAWASAKI, Kenji) 〒103-0027 東京都中央区日本橋三丁目2番16号 八重洲マスヤビル5階 朝日特許事務所 Tokyo, (JP) </p> <p>(81) 指定国 CN, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 國際調査報告書</p>
<p>(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR, TIME PIECE, AND PORTABLE DEVICE</p> <p>(54) 発明の名称 圧電アクチュエータ、時計および携帯機器</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>A vibration board (10) composed of a rectangular laminate of a piezoelectric element and a reinforcement member is supported on a base by means of a support (11). The support (11) elastically urges the vibration board toward a rotor (100) so that a projection (36) provided on the vibration board (10) may come into contact with the periphery of the rotor (100). When the vibration board (10) is vibrated to the right and left by the application of voltage from a driver circuit (not shown), the rotor (100) rotates clockwise with the displacement of the projection (36).</p>		

(57)要約

圧電素子と補強板とが積層された長方形板状の振動板10は、支持部材11によって地板に支持されるとともに、支持部材11の弾性力によってローター100側に付勢されている。これにより、振動板10に設けられた突起部36がローター100の外周面に当接させられている。この構成の下、図示せぬ駆動回路からの印加電圧によって、図中左右方向に振動板10が振動すると、この振動による突起部36の変位に伴ってローター100が時計回りに回転させられる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴー	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ベトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーロースラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノルウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書

圧電アクチュエータ、時計および携帯機器

5 技術分野

本発明は、圧電アクチュエータ、ならびにこの圧電アクチュエータを備える時計および携帯機器に関する。

10 技術背景

圧電素子は、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率や、応答性に優れていることから、近年、圧電素子の圧電効果を利用した各種の圧電アクチュエータが開発されている。この圧電アクチュエータは、圧電ブザー、プリンタのインクジェットヘッド、あるいは超音波モータなどの分野に応用されている。

図61は、従来の圧電アクチュエータを用いた超音波モータを模式的に示す平面図である。同図に示すように、この種の超音波モータは、つつつき型と呼ばれるものであって、圧電素子に結合した振動片の先端に、ロータ面を少し傾斜させて接触させてある。このような構成の下、発振部からの交流電圧によって圧電素子が伸縮し、振動片が長さ方向に往復運動すると、ロータの円周方向に分力が発生してロータが回転するようになっている。

また、2個の超音波振動子（圧電素子）を備え、各超音波振動子をそれ自身の電気的な共振周波数で振動させ、この振動により振動片を変位させる技術が知られている（特開平10-225151号公報）。

しかしながら、圧電素子の変位は印加電圧にもよるが微小であり、サブミクロン程度であるのが通常であり、上述した共振周波数で振動させる場合でも同様である。このため、なんらかの增幅機構によって変位を増幅してロータに伝達することが行われている。しかし、増幅機構を用いた場合、それ自身を動かすためにエネルギーが消費され、効率が低下するといった問題があるとともに、装置のサ

イズが大きくなってしまうといった問題もある。また、増幅機構を介する場合、安定したロータへの駆動力の伝達が困難となることもある。

また、腕時計のような小型の携帯機器は電池で駆動されるため、消費電力や駆動電圧を低く抑える必要がある。したがって、そのような携帯機器に圧電アクチュエータを組み込む場合には、特に、そのエネルギー効率が高く、駆動電圧が低いことが要求される。

ところで、時計などにおいて、日や曜などを表示するカレンダー表示機構では、電磁式のステップモータの回転駆動力を運針用の輪列を介して日車などにも間欠的に伝達し、日車を送り駆動するのが一般的である。一方、腕時計は手首にベルトを巻き付けて携帯するものであるから、携帯に便利なように薄型化の要求が古くからある。薄型化を追求するには、カレンダー表示機構の厚さを薄くすることも必要となる。しかし、ステップモータはコイルやロータといった部品を面外方向に組み込んで構成されるので、その厚さを薄くするには限界がある。このため、ステップモータを用いた従来のカレンダー機構は、構造的に薄型化には向かないという問題があった。

特に、カレンダー表示機構のある時計と、係る機構のない時計との間で運針の機械系（いわゆるムーブメント）を共通化するためには、カレンダー表示機構を文字板側に構成する必要があるが、電磁式のステップモータでは文字板側に構成できる程の薄型化が困難である。したがって、従来の時計は、表示機構の有無によって運針の機械系を別々に設計して製造する必要があり、その生産性を向上させる際の問題となっていた。

本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、導通構成を簡易化することにより、小型化を容易にした圧電アクチュエータ、およびこれを備える時計、携帯機器を提供することを目的とする。また、圧電素子の振動を効率よく伝達するとともに、小型・薄型化に適しており、かつ駆動力を安定して伝達できる圧電アクチュエータ、ならびにこれを備えた時計および携帯機器を提供することを目的とする。

本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向に駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向に駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の前記表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付

けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による

5 前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の前記外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

10 また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

15 また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持されるとともに、その回転軸が移動可能になされた回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記回転体の外周面が前記振動板の長手方向の端部と当接するように前記回転体に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記圧電素子が前記振動板の長手方向に

振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、

- 5 前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材とを具備しており、前記回転体は、その外周面を前記振動板の長手方向の端部に当接する位置に配置され、その弾性力をもって前記外周面を前記振動板の前記端部に押圧する弾性体から形成されており、前記圧電素子が
- 10 前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、前記振動板の属

- 15 する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向に駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を前記縦振動時と逆方向に駆動することを特徴とする。
- 20

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、前記振動板の属

する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に

取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向に駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を前記縦振動時と逆方向に駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面外の方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面外の方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記

振動板の長手方向の端部が前記回転体の表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、前記選択手段によって前記縦振動が選択さ

れた場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動する

5 ことを特徴とする。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持されるとともに、その回転軸が移動可能になされた回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動

10 させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、前記回転体の外周面が前記振動板の長手方向の端部に当接するように前記回転体に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

15 前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする。

20 また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、支持体と、長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択す

25 る選択手段と、前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材とを具備しており、前記回転体は、その外周面を前記振動板の長手方向の端部に当接する位置に配置され、その弾性力をもって前記外周面を前記振動板の前記端部に押圧する弾性体から形成されており、前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、

前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴つて前記回転体を一方向に回転駆動し、前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴つて前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする。

また、別の観点から本発明に係る圧電アクチュエータは、圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電アクチュエータであって、前記圧電素子の上下に積層され、導体から形成される補強部を備え、前記補強部を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴としている。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電アクチュエータであって、支持体と、導電体から形成され、前記圧電素子を前記支持体に支持する支持部材とを備え、前記支持部材を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴としている。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電アクチュエータであって、前記圧電素子の上下面にそれぞれ接触して前記圧電素子を挟み込む弾性導電体を備え、前記弾性導電体を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴としている。

また、別の態様として、本発明に係る圧電アクチュエータは、圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電アクチュエータであって、前記圧電素子の周囲に接触しながら巻き付けられる導線を備え、前記導線を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴としている。

また、本発明に係る時計は、上記いずれかの態様の圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエータによって回転駆動されるリング状のカレンダー表示車とを具備することを特徴としている。

また、本発明に係る携帯機器は、上記いずれかの態様の圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエータに電力を供給する電池とを具備することを特徴としている。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の第 1 実施形態に係る時計において、圧電アクチュエータを組み
5 込んだカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。

図 2 は同実施形態に係る時計の概略構成を示す側断面図である。

図 3 は前記圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。

図 4 は前記圧電アクチュエータの構成要素であるローターと突起部との断面的
な接触状態を説明するための図である。

10 図 5 は前記圧電アクチュエータの前記ローターと前記突起部との断面的な接触
状態の他の例を説明するための図である。

図 6 は前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側断面図である。

図 7 は前記振動板が縦振動する様子を示す図である。

15 図 8 は前記振動板の圧電素子に電力を供給する構成の概略を示すブロック図で
ある。

図 9 は前記振動板の圧電素子に電力を供給する他の構成の概略を示すブロック
図である。

図 10 は前記振動板が振動した場合に、前記ローターからの反力によって屈曲
振動する様子を説明するための図である。

20 図 11 は前記屈曲振動時における前記突起部の軌道を説明するための図である。

図 12 は前記振動板の振動周波数とインピーダンスとの関係の一例を示すグラ
フである。

図 13 は前記振動板の振動時における振幅を説明するための図である。

25 図 14 は前記ローターが逆回転しようとした場合の、前記振動板の動作を説明
するための図である。

図 15 は前記振動板を回動自在に支持する支持部材の回動中心の位置を説明す
るための図である。

図 16 は前記振動板を回動自在に支持する支持部材の回動中心の位置の他の例
を説明するための図である。

図17は前記カレンダー表示機構の主要構成を示す側断面図である。

図18は前記カレンダー表示機構の駆動回路の構成を示すブロック図である。

図19は前記駆動回路の動作を示すタイミングチャートである。

図20は前記圧電アクチュエータの第1の変形態様を示す平面図である。

5 図21は前記圧電アクチュエータの第2の変形態様の振動板を示す側断面図である。

図22は前記圧電アクチュエータの第2の変形態様の振動板の他の例を示す平面図である。

図23は前記圧電アクチュエータの第3の変形態様を示す平面図である。

10 図24は前記圧電アクチュエータの第3の変形態様の振動板の他の例を示す平面図である。

図25は前記圧電アクチュエータの第3の変形態様の振動板のさらに他の例を示す平面図である。

15 図26は前記圧電アクチュエータの第3の変形態様の振動板のさらにその他の例を示す図である。

図27は前記圧電アクチュエータの第3の変形態様の振動板のまたさらにその他の例を示す図である。

図28は前記圧電アクチュエータの第4の変形態様を示す平面図である。

図29は前記第4の変形態様の振動板の製造方法を説明するための図である。

20 図30は前記圧電アクチュエータの第4の変形態様の他の例を示す平面図である。

図31は前記圧電アクチュエータの第5の変形態様を示す平面図である。

図32は前記圧電アクチュエータの第6の変形態様を示す平面図である。

25 図33は前記圧電アクチュエータの第6の変形態様の支持部材の振幅を説明するための図である。

図34は前記圧電アクチュエータの第6の変形態様の他の例を示す平面図である。

図35は前記圧電アクチュエータの第7の変形態様を示す平面図である。

図36は前記圧電アクチュエータの第7の変形態様の振動板を回動自在に支持

する支持部材の回動中心の位置を説明するための図である。

図37は前記第7の変形態様において、前記ローターが逆回転しようとした場合の、前記振動板の動作を説明するための図である。

図38は前記圧電アクチュエータの第7の変形態様の他の例を示す平面図である。
5

図39は前記圧電アクチュエータの第7の変形態様のさらに他の変形例を示す平面図である。

図40は前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成を示す図である。

10 図41は前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成の変形例を示す図である。

図42は前記導通構成の変形例を示す側面図である。

図43は前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成の他の変形例を示す図である。

15 図44は前記圧電アクチュエータに駆動電圧を供給する導通構成のさらに他の変形例を示す図である。

図45は前記導通構成のさらに他の変形例を示す側面図である。

図46は本発明の第2実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。

20 図47は第2実施形態に係る圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側面図である。

図48は第2実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板を示す平面図である。

25 図49は第2実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板の圧電素子に電力を供給する構成を示す図である。

図50は第2実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が縦振動する様子と、前記振動板が屈曲振動する様子を示す図である。

図51は第2実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が縦振動したときのローターの駆動方向を説明するための図である。

図 5 2 は第 2 実施形態に係る圧電アクチュエータの前記振動板が屈曲振動したときのローターの駆動方向を説明するための図である。

図 5 3 は本発明の第 3 実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。

5 図 5 4 は第 3 実施形態に係る圧電アクチュエータの変形例を示す平面図である。

図 5 5 は本発明の第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。

図 5 6 は第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの振動板とローターの接触部付近を示す側面図である。

10 図 5 7 は第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの変形例における振動板とローターの接触部付近を示す側面図である。

図 5 8 は第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの他の変形例の振動板が屈曲振動したときのロータの駆動方向を説明するための図である。

15 図 5 9 は第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの他の変形例の前記振動板を縦振動モードと屈曲振動モードに切り換える駆動回路構成例を示す図である。

図 6 0 は第 1 ないし第 4 実施形態に係る圧電アクチュエータの変形例を示す図である。

図 6 1 は従来の圧電アクチュエータを用いた超音波式モータを模式的に示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

25 A. 第 1 実施形態

A-1. 全体構成

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る腕時計において、圧電アクチュエータを組み込んだカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。

圧電アクチュエータ A 1 は、面内方向（図の紙面と平行な方向）に伸縮振動す

る振動板 10 およびローター（回転体）100 から大略構成されている。ローター 100 は地板（支持体）103 に回転自在に支持されるとともに、振動板 10 と当接する位置に配置されており、振動板 10 に生じる振動によってその外周面が叩かれると、図中矢印で示す方向に回転駆動されるようになっている。

5 次に、カレンダー表示機構は、圧電アクチュエータ A1 と連結しており、その駆動力によって駆動される。カレンダー表示機構の主要部は、ローター 100 の回転を減速する減速輪列とリング状の日車 50 から大略構成されている。また、減速輪列は日回し中間車 40 と日回し車 60 とを備えている。

ここで、上述したように振動板 10 が面内方向に振動すると、振動板 10 と当接しているローター 100 が時計回り方向に回転させられる。ローター 100 の回転は、日回し中間車 40 を介して日回し車 60 に伝達され、この日回し車 60 が日車 50 を時計回り方向に回転させる。このように、振動板 10 からローター 100、ローター 100 から減速輪列、減速輪列から日車 50 への力の伝達は、いずれも面内方向で行われる。このため、カレンダー表示機構を薄型化すること 15 ができる。

図 2 は本発明の第 1 実施形態に係る時計の断面図である。図において、網目部分に、上述した圧電アクチュエータ A1 を備えたカレンダー機構が組み込まれており、その厚さは 0.5 mm 程度と極めて薄い。カレンダー表示機構の上側には、円盤状の文字板 70 が設けられている。この文字板 70 の外周部の一部には日付 20 を表示するための窓部 71 が設けられており、窓部 71 から日車 50 の日付が覗けるようになっている。また、文字板 70 の下側には、針 72 を駆動するムーブメント 73、および後述する駆動回路（図示せず）が設けられている。

以上の構成において、圧電アクチュエータ A1 は、従来のステップモータのようにコイルやローターを厚さ方向に積み重ねるのではなく、同一平面内に振動板 25 10 およびローター 100 を配置した構成となっている。このため、構造的に薄型化に適している。このため、カレンダー表示機構を薄型化することができ、ひいては時計全体の厚さを薄くすることができる。さらに、カレンダー表示機構のある時計と、係る表示機構のない時計との間でムーブメント 73 を共通化することができ、生産性を向上させることができる。

A-2. 圧電アクチュエータの構成

次に、本実施形態に係る圧電アクチュエータA1について説明する。図3に示すように、圧電アクチュエータA1は、図の左右方向に長く形成された長板状の振動板10と、この振動板10を地板103（図1参照）に支持する支持部材11とを備えている。

振動板10の長手方向の端部35には、突起部36がローター100側に向けて突設されており、この突起部36がローター100の外周面に接触している。

このような突起部36を設けることにより、ローター100との接触面の状態等を維持するために突起部36に対してのみ研磨等の作業を行えばよいので、ローター100との接触部の管理が容易となる。また、突起部36としては、導体または非導体のものを用いることができるが、非導体から形成するようすれば、一般的に金属から形成されるローター100と接触しても圧電素子30, 31がショートしないようにすることができる。

また、図示のように本実施形態では、突起部36は、平面的に見てローター100側に突出した曲面形状になされている。このようにローター100と当接する突起部36を曲面形状にすることにより、ローター100と振動板10の位置関係がばらついた（寸法ばらつきなどによる）場合にも、曲面であるローター100の外周面と曲面形状の突起部36との接触状態がさほど変化しない。従って、安定したローター100と突起部36の接触状態を維持することができる。

また、図4(a)に示すように、本実施形態では、突起部36は断面的に見てローター100側に突出した曲面形状となっている。一方、ローター100の外周面には、曲面形状の凹面100aが形成されており、これら曲面形状の突起部36と凹面100aとが接触するようになっている。このように断面的な接触構造を、曲面と曲面が接触するような構造としたので、突起部36とローター100との接触角度のばらつきがあった場合にも、良好な接触状態を維持することができる。例えば、図4(b)に示すように、突起部36およびローター100の外周面を直線形状にすると、接触角度がわずかにばらついただけで接触状態が大きく変化してしまう。ここで、接触角度を一定に保つために、突起部36を案内

するガイド部材を設けることも考えられるが、そのような構成では部品数の増加を招く、コスト増加の原因となってしまう。従って、本実施形態のように、突起部36および凹面100aを曲面形状にすることにより、コストの大幅な増加を招くことなく、良好な接触状態を維持することができる。また、突起部36と凹面100aとの係合が外れてしまうといったことが抑制される。なお、ローター100の外周面には、曲面形状の凹面100aに限らず、図5に示すようにV溝100bを形成するようにしてもよい。この場合にも、突起部36とローター100との接触角度のばらつきや、V溝100bと136との係合が外れるといったことを低減することができる。

10 図3に戻り、振動板10の長手方向の中央よりもややローター100側には、支持部材11の一端部（取付部）37が取り付けられている。支持部材11の他端部（固定部）38は、ネジ39により地板103（図1参照）に支持されている。この構成の下、支持部材11は、その弾性力によって振動板10をローター100側に付勢した状態で支持しており、これにより振動板10の突起部36はローター100の側面に当接させられている。

図6に示すように、振動板10は、2つの長方形形状の圧電素子30, 31の間に、これらの圧電素子30, 31とほぼ同形状であり、かつ圧電素子30, 31よりも肉厚の小さいステンレス鋼などの補強板（補強部）32を配置した積層構造となっている。このように圧電素子30, 31の間に補強板32を配置することにより、振動板10の過振幅や外力に起因する振動板10の損傷を低減することができる。また、補強板32としては、圧電素子30, 31よりも肉厚の小さいものを用いることにより、圧電素子30, 31の振動を極力妨げないようにしている。

上下に配置された圧電素子30, 31の面上には、それぞれ電極33が配置されている。この電極33を介して圧電素子30, 31に、後述する導通構成から電圧が供給されるようになっている。ここで、圧電素子30, 31としては、チタン酸ジルコニウム酸鉛（PZT（商標））、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、亜鉛ニオブ酸鉛（ $(\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{-Nb}_{2/3})_{0.3})_{1-x}\text{-PbTiO}_3_x$ ）は組成により異なる。 $x=0.09$ 程度）、

スカンジウムニオブ酸鉛（ $(Pb((Sc1/2Nb1/2)1-x Tix))_{03}$ ） x は組成により異なる。 $x=0.09$ 程度）等の各種のものを用いることができる。

また、本実施形態においては、電極33は0.5μm以上の厚みで形成されている。通常、このような圧電素子には、0.1～0.3μm程度の厚みの電極が
5 形成されるが、圧電アクチュエータA1では通常の電極厚みよりも厚みを有する電極を形成することにより、電極33に電極としての機能に加えて折り曲げに対する補強材の機能を持たせ、振動板10の強度を向上させている。ここで、電極33の厚みを大きくした場合、強度は向上することになるが、大きくしすぎると振動板10の振動の妨げとなってしまう。従って、強度の向上および振動への影響を考慮した場合、電極33の厚みは、0.5μm以上であり、かつ上下面に形成された電極33の厚みの和が補強板32の厚み以下であることが好ましい。本実施形態のように腕時計のカレンダー表示機構に組み込む圧電アクチュエータA1の場合、薄型化、振動への影響および強度などを考慮した場合、補強板32は0.1mm程度であればよいので、この場合電極33の厚みの和は0.1mm以下であればよい。
15

このような構成の振動板10は、後述する駆動回路から電極33を介して圧電素子30，31に交流電圧が印加されると、圧電素子30，31が伸縮することによって振動するようになっている。その際、図7に示すように、振動板10が長手方向に伸縮する縦振動で振動するようになっており、これにより振動板10は図3中矢印で示す方向に振動することになる（無負荷状態、つまり突起部36がローター100に接触していない状態）。また、図8に示すように、振動板10を長板状の圧電素子30，31が積層された構造とし、圧電素子30，31の分極方向（図中矢印で示す）が逆となるように並列接続して駆動することにより、振動板10に生じる振動の振幅を増幅させることができ、より大きな変位を得ることができる。一方、図9に示すように、圧電素子30，31の分極方向を同一となるように直列接続して駆動すれば、低電流で振動板10を振動させることができる。従って、この圧電アクチュエータA1の使用条件（変位拡大を重視する場合や、低消費電力化を重視する場合）などにあわせて、圧電素子30，31の接続構造を決定すればよい。
20
25

A - 3 . 圧電アクチュエータの動作

次に、上記構成の圧電アクチュエータ A 1 の動作について説明する。まず、図示せぬ駆動回路から振動板 10 に電圧が印加されると、圧電素子 30, 31 の伸縮によって撓み振動し、図 3 に示すように、突起部 36 がローター 100 と当接した状態で振動板 10 が矢印方向に振動する。この振動による突起部 36 の変位に伴ってローター 100 が図中矢印方向に回転させられる。このようにローター 100 が回転させられることにより、中間車 101 を介して日車 102 が回転させられ（図 1 参照）、表示される日や曜が切り換わるようになっている。

ここで、圧電アクチュエータ A 1 では、ローター 100 と当接させられる突起部 36 が図 3 中一点鎖線で示す振動板 10 の幅方向（図 3 の上下方向）の中心線からはずれた位置に設けられているため、ローター 100 の側面からの反力によって振動板 10 には、図 10 に示すような屈曲振動が生じるようになっている。このように電圧印加による圧電素子 30, 31 の縦振動に加えて、上述した屈曲振動を誘発させれば、図 11 に示すように、突起部 36 が梢円軌道に沿って移動するようになる。すなわち、縦振動に加えて屈曲振動を励振させれば、より大きな変位を得ることができる。このように突起部 36 の変位を大きくすることができれば、この変位に伴って駆動されるローター 100 の駆動効率を向上させることができる。なお、突起部 36 を設ける位置は、図示の位置に限らず、上述したローター 100 からの反力によって略矩形状の振動板 10 に屈曲振動を誘発できる位置に突起部 36 を設けるようにすればよい。

さらに、縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数がほぼ一致するような形状の振動板 10 を用いれば、さらに大きな梢円軌道に沿って突起部 36 を移動させることができる。このように大きな梢円軌道に沿って突起部 36 が移動するようすれば、突起部 36 がローター 100 と接触する時間が長くなり、接触時の突起部 36 の変位が大きくなる。従って、圧電素子 30, 31 の伸縮による縦振動と共振するような屈曲振動を誘発させれば、より高効率の駆動力伝達を行うことができる。

なお、上述したように、振動板 10 に生じる縦振動と屈曲振動とが共振するよ

うな形状の振動板を用いるようにしてもよいが、振動板 10 の屈曲振動の共振周波数が縦振動の共振周波数よりも若干大きくなるような形状のものを用いるようにしてもよい。このように縦振動の共振周波数よりも屈曲振動の共振周波数を若干大きくすれば、図 10 に示すように振動板 10 に屈曲振動が生じ、突起部 36 を大きく変位させることができるとともに、振動板 10 に生じる振動を安定させることができる。これは、圧電素子 30, 31 への電圧印加により生じる縦振動の共振周波数よりも、この縦振動に伴って生じる屈曲振動の共振周波数が小さいと、屈曲振動が縦振動に追従できず、振動板 10 に生じる振動全体が不安定となるからである。また、屈曲振動の共振周波数と縦振動の共振周波数が大きく異なる振動板では、振動板に生じる縦振動および屈曲振動の振幅が小さくなり、駆動効率が低下してしまう。従って、振動板の縦振動の共振周波数よりも屈曲振動の共振周波数が若干大きければ、振動板 10 に生じる振動の振幅、つまり突起部 36 の変位が小さくなることを抑制するとともに、安定した振動を生じさせることができる。例えば、図 12 に示すようなインピーダンスの変化特性を有する振動板を用いれば、突起部 36 が上述した梢円軌道に沿って大きく変位するとともに、振動板に安定した振動を生じることが実験的に認められた。図 12 に示す特性を有する振動板は、縦振動のインピーダンスの極小値の共振周波数が 284.3 kHz であり、屈曲振動のインピーダンスの極小値の共振周波数が 288.6 kHz となっている。従って、振動板 10 の屈曲振動の共振周波数が縦振動の共振周波数よりも 2 % 程度大きくなるような振動板 10 を用いれば、上述したような効果が得られる。また、このように屈曲振動の共振周波数が若干大きくなるようにした場合、振動板 10 の縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数との間の周波数で励振すれば、つまりこのような範囲内の励振周波数で圧電素子 30, 31 を駆動すれば、縦振動および屈曲振動の両者を誘発しやすくなり、図 11 に示す梢円軌道がより大きくなるような振動を振動板 10 に生じさせることができ、さらに効率のよいローター 100 の回転駆動が可能となる。

また、上述したようにローター 100 からの反力によって振動板 10 に屈曲振動を誘発させるようにしてもよいが、振動板 10 の縦振動によるローター 100 からの反力によってローター 100 と振動板 10 の当接部である突起部 36 を幅

方向に弾性変形させるようにし、上述したような楕円軌道に沿って突起部 3 6 を移動させるようにしてもよい。

また、この圧電アクチュエータ A 1 では、突起部 3 6 は支持部材 1 1 の弾性力によってローター 1 0 0 側に付勢されているので、ローター 1 0 0 と突起部 3 6
5 との間に十分な摩擦が得られるようになっている。これにより、突起部 3 6 とローター 1 0 0 とがスリップすることが低減され、突起部 3 6 からローター 1 0 0 への安定した駆動力伝達および大きな駆動力の伝達が可能となる。

また、ローター 1 0 0 および振動板 1 0 は、共に單一部材である地板 1 0 3 に支持されているため、両者の配置間隔は一定に維持される。従って、突起部 3 6
10 とローター 1 0 0 との接触状態を安定して維持することができ、安定した駆動力の伝達が可能となる。

また、本実施形態に係る圧電アクチュエータ A 1 では、図 1 3 中破線で示す振動板 1 0 の中心線の振幅の節となる位置、つまり振幅が極小となる位置に支持部材 1 1 の端部 3 7 が取り付けられている。具体的には、振動板 1 0 の長手方向の
15 中央部よりもややローター 1 0 0 側に取り付けられている。これは、無負荷時には振動板 1 0 の重心の位置、振動板 1 0 のように長方形状の場合には長手方向の中央部が振動の節になるが、上述したようにローター 1 0 0 からの反力等の影響により、実際には図 1 3 に示したように、振動板 1 0 の振動の節は中央部よりもローター 1 0 0 側に位置することになるからである。このように振動板 1 0 を振動の節となる位置で支持することにより、振動エネルギーの損失が減少し、より
20 高効率の駆動力伝達が可能となる。また、振動板 1 0 の振動に伴う支持部材 1 1 の振動の節の位置が支持部材 1 1 の端部 3 7 とほぼ一致するようにすれば、振動エネルギーの損失をさらに低減することができる。なお、振動板 1 0 が図示のような長方形状でない場合にも、振動板の重心よりもローター 1 0 0 側で支持する
25 ようにすればよい。これは、ローター 1 0 0 からの反力等の影響により振動板 1 0 の振動の節は、振動板 1 0 の重心よりもローター 1 0 0 側に移動するからであり、この節の位置で振動板 1 0 を支持部材 1 1 が支持するようすればよい。

さらに、本実施形態に係る圧電アクチュエータ A 1 では、圧電素子 3 0 , 3 1 と補強板 3 2 とが積層された構造の振動板 1 0 が増幅部材を介さずにローター 1

00を回転駆動することができるので、構成が簡易となり、装置の小型化が容易となる。また、圧電アクチュエータA1の機械的な構成要素は、振動板10と支持部材11等であり、厚さ方向（図1の紙面垂直方向）に部品等を積層されていないため、薄型化も容易である。

5 また、圧電アクチュエータA1では、ローター100を図中矢印で示す一方向にのみ駆動する構成であり、逆方向へローター100を駆動するための別の振動板や、振動板のローター100への当接方向を変化させる機構などがない、すなわち振動板10の振動を妨げる要素が少ないため、より効率よく駆動力を伝達することができる。

10 また、本実施形態に係る圧電アクチュエータA1では、ローター100を一方向にのみ駆動する構成であるため、ローター100の逆方向への回転を規制する必要があるが、大きな外力が加わるまたは負荷が増大すると、振動板10による駆動力に抗してローター100が逆回転しようとすることがある。例えば、突起部36とローター100との間の摩擦力を越える逆回転力が生じた場合、両者が
15 滑ってしまい、ローター100の逆回転を許容することになる。しかし、本実施形態に係る圧電アクチュエータA1では、図14に示すように、支持部材11が剛体ではなく弾性を有しているので、逆方向へ回転しようとする方向の力が大きくなつて逆方向に押し返された場合には、ローター100の逆回転とともに、突起部36がローター100と接触した状態で振動板10が回動することを許容す
20 るようになっている。ここで、図15に示すように、本実施形態では、振動板10に許容される回動の中心がローター100と突起部36の接触点Aから点Aにおけるローター100の駆動方向と逆方向に伸びる線Bと点Aにおいて線Bと直交する線Cとによって形成される象限内に位置するように設定されている。つまり、上述した象限内に位置する支持部材11の端部38を中心として振動板10
25 が回動することを許容するようにしている。このような位置に回動中心を設けることにより、ローター100の逆回転に伴って振動板10が図中時計回りに回動すると、突起部36がローター100側にくいこむように変位する。従って、突起部36がローター100を押圧する力が大きくなり、両者の間の摩擦が大きくなる。これにより、振動板10からより大きなトルク（正方向へ回転させようと

する）を伝達することができ、負荷増大や外力等に起因するローター 100 の逆方向への回転を抑止することができる。つまり、負荷増大時には、その負荷の増大に対応して駆動トルクを増加することができる。そして、逆方向への力がなくなるもしくは減少すると、支持部材 11 の弾性力によって振動板 10 が
5 図 14 中一点鎖線で示す下の位置に戻る。

また、このように両者の間の摩擦を増加させる以外にも、図 16 に示すように、外力等によりローター 100 が逆回転しようとした場合、突起部 36 がこの移動に伴って矢印で示す駆動方向の逆方向側へ逃げるように振動板 10 を回動させるようにもよい。このように振動板 10 を回動させるには、図示のように振動板 10 の回動中心がローター 100 と突起部 36 の接触点 A から点 A におけるローター 100 の駆動方向に伸びる線 D と点 A において線 D と直交する線 C によって形成される象限内に位置するように設定すればよい。このようにすれば、上述したように突起部 36 が逃げるように振動板 10 を回動させることができとなり、外力等に起因してローター 100 や突起部 36 等が損傷することを低減でき
10 15 る。

A-4. カレンダー表示機構の構成

次に、カレンダー表示機構の構成を、図 1 およびその断面図である図 17 を参考しつつ説明する。図において、地板 103 は、各部品を配置するための第 1 の底板であり、また、地板 103' は、地板 103 に対して部分的に段差を持った第 2 の底板である。ローター 100 の上方には、ローター 100 と同軸かつローター 100 に伴って回転させられる歯車 100c が設けられている。日回し中間車 40 は、大径部 4b とこれと同心を成すように固着され大径部 4b よりも若干小径に形成された小径部 4a とから構成されており、ローター 100 に伴う歯車 25 100c の回転に伴って、歯車 100c と歯合する大径部 4b が回転させられて中間車 40 が回転させられるようになっている。小径部 4a の周面は略正方形状に切り欠かれ、切欠部 4c が形成されている。また、地板 103' には日回し中間車 40 のシャフト 41 が形成されており、日回し中間車 40 の内部にはシャフト 41 と連結する軸受け（図示せず）が形成されている。したがって、日回し中

間車 4 0 は、地板 1 0 3' に対して回動自在に設けられている。なお、ローター 1 0 0 も内部に軸受け（図示せず）を有しており地板 1 0 3 に対して回動自在に軸支されている。

次に、日車 5 0 は、リング状の形状をしており、その内周面に内歯車 5 a が形成されている。日回し車 6 0 は五歯の歯車を有しており、内歯車 5 a に噛合している。また、日回し車 6 0 の中心にはシャフト 6 1 が設けられており、日回し車 6 0 を回動自在に軸支している。シャフト 6 1 は、地板 1 0 3' に形成された貫通孔 6 2 に遊撃されている。貫通孔 6 2 は日車 5 0 の周回方向に沿って長く形成されている。

次に、板バネ 6 3 は、その一端は地板 1 0 3' に固定され、他端はシャフト 6 1 に固定されている。これにより、板バネ 6 3 は、シャフト 6 1 および日回し車 6 0 を付勢する。また、この板バネ 6 3 の付勢作用によって日車 5 0 の揺動も防止される。

次に、板バネ 6 4 は、一端が地板 1 0 3' にねじ止めされており、その他端には略 V 字状に折り曲げられた先端部 6 4 a が形成されている。また、接触子 6 5 は、日回し中間車 4 0 が回転し先端部 6 4 a が切欠部 4 c に入り込んだときに板バネ 6 4 と接触するように配置されている。板バネ 6 4 には所定の電圧が印加されており、接触子 6 5 に接触すると、その電圧が接触子 6 5 にも印加される。したがって、接触子 6 5 の電圧を検出することによって、日送り状態を検出することができる。なお、内歯車 5 a に噛合する手動駆動車を設け、ユーザが龍頭（図示せず）に対して所定の操作を行うと、日車 5 0 を駆動するようにしてもよい。

A-5. カレンダー表示機構の動作

カレンダーの自動更新動作について図 1 を参照しつつ説明する。各日において午前 0 時になると、午前 0 時になったことが検出され、後述する駆動回路 5 0 0 から駆動信号 V が圧電素子 3 0, 3 1 に供給される。すると、振動板 1 0 が上述したように振動する。これにより、ローター 1 0 0 が時計回り方向に回転し、これに伴って日回し中間車 4 0 が反時計回り方向に回転を開始する。

ここで、駆動回路 5 0 0 は、板バネ 6 4 と接触子 6 5 が接触した時に駆動信号

Vの供給を終了するように構成されている。板バネ64と接触子65とが接触する状態では先端部64aが切欠部4cに入り込んでいる。したがって、日回し中間車40は、そのような状態から回転を開始する。

日回し車60は板バネ63によって時計回り方向に付勢されているため、小径部4aは日回し車60の歯6a, 6bに摺動しつつ回転することになる。その途中で切欠部4cが日回し車60の歯6aの位置に達すると、歯6aが切欠部4cと噛合する。その際、日回し車60の外接円はC1に示す位置にまで移動している。

次に、日回し中間車40が引き続き反時計回り方向に回動すると、日回し車60は日回し中間車40に連動して1歯分、すなわち「1／5」周だけ時計回り方向に回動する。さらに、これに連動して、日車50が時計回り方向に1歯分（1日分の日付範囲に相当する）だけ回動される。なお、月内の日数が「31」に満たない月の最終日においては、上記動作が複数回繰返され、暦に基づく正しい日が日車50によって表示されることになる。

そして、日回し中間車40が引き続き反時計回り方向に回動して、切欠部4cが板バネ64の先端部64aの位置に達すると、先端部64aが切欠部4cに入り込む。すると、板バネ64と接触子65とが接触して、駆動信号Vの供給が終了し、日回し中間車40の回転が停止する。したがって、日回し中間車40は、1日に1回転することになる。

ところで、圧電アクチュエータA1の負荷は、1) 板バネ64の先端部64aが切欠部4cに入り込んだ状態から抜け出るまでの第1の期間と（回転の開始時）、2) 切欠部4cが日回し車60と噛合して日車50を回動させている第2の期間において、増大する。圧電アクチュエータA1の負荷が増大すると、ローター100と突起部36との滑りが増し、最悪の場合にはローターを駆動することができなくなる。しかしながら、この例の機構系では、第1の期間と第2の期間とが重ならないようになっている。すなわち、日送り状態の検出のために必要とされる最大トルク時と、日車50を駆動するために必要とされる最大トルク時とをずらしている。したがって、圧電アクチュエータA1のピーク電流を抑圧することができ、この結果、電源電圧をある電圧値以上に維持して、確実に時計を

動作させることができる。

A - 6 . 駆動回路

次に、図18は、圧電素子30, 31に電圧を印加する駆動回路500のプロ
5 ック図であり、図19は駆動回路500のタイミングチャートである。午前0時
検出手段501は、ムーブメント73(図2参照)に組み込まれた機械的なスイ
ッチであり、午前0時になると、図19(a)に示す第1の制御パルスCTL_aを出
力する。また、日送り検出手段102は、上述した板バネ64と接触子65を主
要部とするものであり、板バネ64と接触子65が接触すると図19(b)に示
10 す第2の制御パルスCTL_bを出力する。

次に、制御回路503は、第1の制御パルスCTL_aと第2の制御パルスCTL_bとに
基づいて、発振制御信号CTL_cを生成する(図19(c)参照)。制御回路503
は、例えば、SRフリップフロップで構成し、第1の制御パルスCTL_aをセット端
子に供給するとともに、第2の制御パルスCTL_bをリセット端子に供給するよう
にすればよい。この場合には、図19(c)に示すように、第1の制御パルスCTL_a
15 がローレベルからハイレベルに立ち上ると、発振制御信号CTL_cはローレベルか
らハイレベルに変化し、その状態が第2の制御パルスCTL_bの立ち上がりまで維持
され、そのタイミングでハイレベルからローレベルに変化する。

次に、発振回路504は、振動板10の振動モードの次数をn次としたとき、
20 発振周波数がfs(n)とほぼ等しくなるように構成されている。なお、発振回路5
04は、例えば、コルピツ型の形式で構成すればよい。

また、この発振回路504への給電は発振制御信号CTL_cによって制御されるよ
うになっており、発振制御信号CTL_cがハイレベルのとき給電され、ローレベルの
とき給電が停止されるようになっている。したがって、発振回路504の出力で
25 ある駆動信号Vの信号波形は、図19(d)に示すように発振制御信号CTL_cがハ
イレベルのとき振れるものとなる。

上述したように日回し中間車40は1日に1回転するが、その期間は午前0時
から開始する限られた時間である。したがって、発振回路504は当該期間のみ
発振していれば足りる。この例の駆動回路500にあっては、発振回路504へ

の給電を発振制御信号CTLcによって制御することにより、日回し中間車40を回動させる必要のない期間は、発振回路504の動作を完全に停止させている。したがって、発振回路504の消費電力を削減することができる。

5 A-7. 圧電アクチュエータの変形例

なお、上述した構成の圧電アクチュエータA1に代えて、以下のような種々の変形した態様の圧電アクチュエータを用いることも可能であり、またこれらの変形態様を組み合わせた態様の圧電アクチュエータを用いることも可能である。

10 A-7-1. 第1の変形態様

上述した実施形態に示した圧電アクチュエータA1では、振動板10におけるローター100との接触部に突起部36を設けるようにしていたが、図20に示すように、長方形状の振動板10のローター100側の頂点を切り欠いた切り欠き部90を形成し、切り欠き部90をローター100の側面と当接させるようにしてもよい。この場合にも、上述した突起部36と同様に切り欠き部90の表面状態の管理が容易となる。ここで、切り欠き部90を曲面形状とすることにより、上述した圧電アクチュエータA1と同様に良好な接触状態を維持することができる。

20 A-7-2. 第2の変形態様

また、上述した実施形態では、圧電素子30, 31の全面上に電極33を設けるようにしていたが、図21に示すように、圧電素子30, 31の長手方向中央部付近にのみ電極33を配置し、両端側には電極33を配置しないようにしてもよい。つまり、圧電素子30, 31がその面上に電極を有する電極部と、その両端側に位置する無電極部を有する構成とするようにしてもよい。このようにすれば、ローター100への駆動力を維持しつつ、低駆動電圧化が可能となる。これは、振動板10をその固有振動周波数で振動させた場合、その振動による振動板10の両端側の変位は十分大きく、その部分に電圧を印可して両端側の圧電素子30, 31を伸縮させても、さらに変位を大きくするものとはならないためであ

る。

また、図22に示すように、圧電素子30, 31の幅方向(図の上下方向)の中央部付近にのみ電極33を配置し、幅方向の両端側(図の上下側)には電極33を配置しないようにしてもよい。

5

A-7-3. 第3の変形態様

また、上述した実施形態では、長方形状の振動板10を用いるようにしていたが、図23に示すように、ローター100側の幅が小さいテーパー状の振動板95を用いるようにしてもよい。このような形状の振動板95を作製する場合、上10述した振動板10と同様にテーパー状の圧電素子と補強板を積層すればよい。このような振動板95を用いれば、振動板10のローター100側の端部96の変位が大きくなり、ローター100の高速駆動が可能となる。また、図の上下方向である幅方向の長さが不均一になるため、振動板10の幅方向の共振を抑制する、すなわち幅方向の振動を低減することができる。

15 また、図23に示すような形状に限らず、図24に示すような形状の振動板97を用いるようにしてもよい。同図に示すように、この振動板97は、全体としてテーパー状に形成された振動板95と異なり、一部分(図示の場合、ローター100側)がテーパー状に形成されている。このような形状の振動板97を用いた場合にも、図23に示す振動板97と同様に長方形状の振動板10と比してロ20ーター100の高速駆動が可能となる。

また、図23および図24に示したようなテーパー状に限らず、ローター100側が細くなるような形状の振動板を用いれば、ローター100の高速駆動が可能となる。例えば、図25に示すような形状の振動板98を用いるようにしてもよい。

25 ところで、図23~25に示した振動板は、ローター100を高速駆動する場合に好適であるが、ローター100を低速・高トルクで駆動する場合には、図26に示すような形状の振動板99を用いるようにすればよい。同図に示すように、振動板99は、ローター100側の幅が大きくなるような形状である。この振動板99では、長方形状の振動板10と比較してローター100との接触部である

端部 9 6 の変位は小さくなるが、ローター 1 0 0 を回転させようとするトルクが増加し、これにより低速・高トルク駆動が可能となる。

また、図 2 3 ~ 2 6 に示したような長方形以外の形状の振動板を用いた場合にも、その上下面に設ける電極の形状は長方形であってもよい。例えば、図 2 7 に 5 示すように、振動板 9 5 に長方形状の電極を形成した場合には、低駆動電圧での高速駆動が可能となる。

A - 7 - 4 . 第 4 の変形態様

また、図 2 8 に示すように、振動板 1 0 からローター 1 0 0 側に延出するホーン部（延出部）1 1 0 を設けるようにしてもよい。このようなホーン部 1 1 0 を設ける場合には、図 2 9 に示すように、補強板 3 2 を図示のようにホーン部 1 1 0 を含んだ形状に作製し、これの上下にそれぞれ圧電素子 3 0 , 3 1 を積層するようにすればよい。この構成の下、振動板 1 0 を振動させれば、図 2 8 中破線で示すような振幅で振動板 1 0 およびホーン部 1 1 0 が振動する。従って、ローター 1 0 0 と当接するホーン部 1 1 0 の先端の変位が大きくなり、効率よく駆動力付与を行うことができる。なお、ホーン部 1 1 0 は図 2 8 に示すような形状に限らず、図 3 0 に示すような形状のものであってもよい。

A - 7 - 5 . 第 5 の変形態様

20 また、図 3 1 に示すように、振動板 1 0 の突起部 3 6 とローター 1 0 0 との接線、つまり振動初期状態での突起部 3 6 からローター 1 0 0 への押し付け力 F の方向と垂直な線 S 上に支持部材 1 1 の端部 3 8 が位置するように配置してもよい。つまり、ローター 1 0 0 と突起部 3 6 との当接点における駆動方向線 S 上に支持部材 1 1 の固定部分が位置するようにしてもよい。このような位置関係となるよう 25 に振動板 1 0 、支持部材 1 1 およびローター 1 0 0 を配置すれば、突起部 3 6 のローター 1 0 0 への押し付け力等を調整するために、ネジ 3 9 で固定された端部 3 8 を中心に支持部材 1 1 および振動板 1 0 の位置の微調整を行った場合にも、ローター 1 0 0 と突起部 3 6 との接触位置や角度が変化せず、常に安定した駆動力付与を行うことができる。また、形状、位置ずれおよび経時変化などに起因す

る振動板とローターの接触角度の変化を防止することができる。

A-7-6. 第6の変形態様

また、図32に示すように、2つの支持部材11で振動板10の長手方向の両端側をそれぞれ支持するようにしてもよい。このようにすれば、振動板10の幅方向（図の上下方向）の振動を抑制する、つまりローター100の駆動に必要となる図の左右方向の振動の妨げとなる振動を抑制することができる。この場合、図33に示すように支持部材11における端部37が振動板10の振動に伴う支持部材11の振動の腹となる位置とほぼ一致する、例えば支持部材11の長さを10支持部材11の振動波長の $1/4$ となる長さにすれば、振動板10の長手方向である図の左右方向の振動を妨げとなることが減少し、効率がさらに向上する。

また、このように2つの支持部材11で振動板10を支持する場合、図34に示すように、いずれか一方の支持部材11（図の右側）で振動板10の振動の節となる位置を支持し、他方の支持部材11（図の左側）で振動板10におけるローター100側の端部を支持するようにしてもよい。このようにすれば、一方の支持部材11は振動の節を支持するようになっているので、振動エネルギーの損失が減少するとともに、他方の支持部材11はローター100との接触部付近での幅方向の振動を抑制することができる。

20 A-7-7. 第7の変形態様

また、上述した実施形態では、支持部材11が振動板10をローター100側に付勢するようにしていたが、図35に示すように、ばね部材（弾性部材）180を設けて振動板10をローター100側に付勢するようにしてもよい。同図に示すように、振動板10の図の上側には支持部材11が取り付けられており、振動板10の下側には、ばね部材180の一端が取り付けられている。ばね部材180の他端は、地板103（図1参照）に立設されたピン181に支持されている。これにより、振動板10は図の上側であるローター100側に付勢され、突起部36がローター100の側面に当接させられるようになっている。このようにばね部材180を設けて振動板10をローター100側に付勢するようにすれ

ば、上述した実施形態の圧電アクチュエータA1と同様に安定した駆動力の伝達を行うことができる。

このように振動板10を支持する支持部材11と振動板10をローター100側に付勢するばね部材180を設けた場合にも、図36に示すように、上述した

5 実施形態と同様に線Bと線Cによって形成される象限内の位置（例えば図示のように端部38の位置）を中心として振動板10が回動できるようにしておけばよい。このようにすれば、外力によってローター100が逆回転しようとした場合にも、図37に示すように、振動板10がローター100の逆回転に伴って回動した後、振動板10が元の位置に戻ることにより、振動板10の戻りに伴ってロ

10 ティー100が正方向に戻り、ローター100の逆回転を抑制することができる。

なお、このように支持部材11とばね部材180を設けた場合にも、図38に示すように、振動板10をテーパー状に形成してもよいし、またホーン部（図28参照）を設けるようにしてもよい。

また、図39に示すように、振動板10を支持する支持部材と振動板10をロ

15 ティー100側に付勢するばね部材を一体化した弾性支持部材600を設けるようにしてもよい。同図に示すように、弾性支持部材600は、L字状の部材であり、振動板10を支持する支持部600aと、支持部600aから屈曲して伸びるばね部600bとを有している。そして、支持部600aとばね部600bの中間部分である屈曲部でネジ39に支持されるとともに、ばね部600bの端部

20 がピン181に支持されることにより、振動板10がローター100側に付勢され、これにより突起部36とローター100の外周面が当接させられている。また、弾性支持部材600は、ネジ39の部分を中心として若干の回動が許容されており、これにより圧電アクチュエータA1と同様にローター100の逆回転を規制することができる。

A-7-8. 第8の変形態様

また、上述した実施形態においては、振動板10が補強板32の上下に圧電素子30, 31をそれぞれ積層した構造となっていたが、これに限らず、振動板を1つの圧電素子と補強板を積層するといった簡易な構造のものでもよい。また、

3つ以上の圧電素子を積層して構成するようにしてもよい。

A-8. 圧電アクチュエータへの導通構成

次に、上述した様々な態様の圧電アクチュエータの圧電素子に駆動回路 500 5 から駆動電圧を供給する導通構成について説明する。通常、駆動回路 500 から振動板 10 に設けられた電極 33 に配線を施すことにより、圧電素子に電力を供給することができるが、導通構成の簡略化を目的として、図 40~45 に示すような様々な導通構成によって圧電素子に電力を供給するようにしてもよい。

上述した圧電アクチュエータ A1 では、振動板 10 が補強板 32 の上下に圧電素子 30, 31 をそれぞれ積層した構造となっていたが、図 40 に示す圧電アクチュエータは、1つの圧電素子 251 の上下にそれぞれ補強板 32 を積層した構造となっている。そして、上層の補強板 32 を支持部材 11a で支持し、下層の補強板 32 を支持部材 11b で支持するようにし、補強板 32 および支持部材 11a, 11b をそれぞれ導電体で形成している。この構成の下、駆動回路 500 15 からの駆動電圧が支持部材 11a, 11b および補強板 32 を介して圧電素子 251 に供給されるようになっている。このようにすれば、支持部材 11a, 11b が振動板 10 をローター 100 側に付勢しながら支持する機能に加えて圧電素子 251 に駆動電圧を供給する導通機能を有することになる。従って、別に圧電素子 251 に駆動電圧を供給するための配線等の導通構成を設ける必要がなくなり、構成が簡易となる。また、他に導通部品を設けた場合、その導通部品が振動板 10 の振動の妨げとなることがあるが、この導通構成ではそのような問題がなく、効率のよい駆動力伝達を行うことができる。

また、図 41 および図 42 に示すように、補強板 32 とその上下に圧電素子 30, 31 をそれぞれ積層した振動板 10 を用いる場合にも、導電体から形成される支持部材 11c, 11d を介して駆動回路 500 から圧電素子 30, 31 に駆動電圧を供給するようにしてもよい。

図 41 および図 42 に示すように、支持部材 11c は、振動板 10 側で 2 つに分岐する形状になされており、上側（図 41 の紙面手前側）に分岐した上端部 260、および下側（図の紙面奥側）に分岐した下端部 261 を有している。上端

部 260 は、圧電素子 30 の面上に形成された電極 33 にはんだや導電性接着剤等により取り付けられており、下端部 261 は、圧電素子 31 の面上に形成された電極 33 にはんだや導電性接着剤等により取り付けられている。一方、支持部材 11d は、補強板 32 に取り付けられており、これにより駆動回路 500 から 5 圧電素子 30, 31 に駆動電圧が供給されるようになっている。この場合にも、上述したように支持部材 11c, 11d が振動板 10 を支持する機能を有するとともに、圧電素子 30, 31 への導通機能を有することになり、構成が簡易となるとともに、効率のよい駆動力伝達を行える。

上述したように導電体から形成される支持部材を介して駆動回路から圧電素子 10 に駆動電圧を供給するようにしてもよいが、図 43 に示すような導通構成で圧電素子に駆動電圧を供給するようにしてもよい。同図に示すように、この導通構成では、C 字状の弾性導通部材 280 で振動板 10 の上下面（電極 33）を挟持させ、補強板 32 から駆動回路 500 に配線を接続している。このような弾性導通部材 280 を用いれば、簡易な構成でありながら、駆動回路 500 から上下に積 15 層された圧電素子 30, 31 に駆動電圧を供給することができる。

また、図 44 および図 45 に示すように、振動板 10 に導線 290 を巻き付けるようにし、巻き付けた導線 290 を介して駆動回路 500 から駆動電圧を圧電素子 30, 31 に供給するようにしてもよい。このようにしても簡易な導通構成で圧電素子 30, 31 に駆動電圧を供給することができる。なお、上述したように弾性導通部材 280 や導線 290 を介して電圧を供給する場合、振動板 10 の積層構造は、上下面に電極が配置される構造であってもよいし、上下面に導体となる補強板が配置される構造のものであってもよい。また、圧電素子と補強板の積層構造である振動板以外にも、圧電素子に電圧を供給する場合にも、上述した弾性導通部材 280 や導線 290 を用いることができる。

25

B. 第 2 実施形態

次に、本発明の第 2 実施形態に係る圧電アクチュエータについて説明する。なお、第 2 実施形態において、第 1 実施形態と共通する構成要素については、同一の符号を付けて、その説明を省略する。

図46に示すように、第2実施形態に係る圧電アクチュエータは、第1実施形態に係る圧電アクチュエータA1の振動板10の代わりに振動板310を備えた構成となっている。

図47に示すように、振動板310は、第1実施形態における振動板10と同様に補強板32の上下に圧電素子30, 31それぞれ積層した構造であるが、図48に示すように、圧電素子30, 31上に電極33a, 33b, 33c, 33dが配置されている点で振動板10と異なっている。また、振動板310では、圧電素子30を（図示はしないが圧電素子31も同じ）4つの領域に分割し、分割された領域上にそれぞれ電極33a, 33b, 33c, 33dを配置している。
10 このように圧電素子30の4つの領域上に配置された電極33a, 33b, 33c, 33dに駆動電圧を供給する導通構成について図49を用いて説明する。
同図に示すように、スイッチ（選択手段）341のオン／オフを切り換えることによって、電源340から駆動電圧を全ての電極33a, 33b, 33c, 33dに供給するモードと、電源340から電極33a, 33dに供給するモードと
15 を切り換えることができるようになっている。

ここで、スイッチ341がオンになされ、全ての電極33a, 33b, 33c, 33dに駆動電圧を供給するモードが選択された場合には、図50(a)に示すように、上述した第1実施形態と同様に振動板310が長手方向に伸縮して、振動板310の長手方向に縦振動するようになっている（以下、縦振動モードとする）。一方、スイッチ341がオフになされ、電極33a, 33dにのみ駆動電圧を供給するモードが選択された場合には、駆動電圧が印加された領域のみの圧電素子33a, 33dが伸縮し、図50(b)に示すように、振動板310は振動板310の属する平面内で幅方向（図の上下方向）に屈曲振動するようになっている（以下、屈曲振動モードとする）。このように、スイッチ341を切り換えることによって振動板310の振動モードを選択することができるようになっている。
20

第2実施形態に係る圧電アクチュエータでは、上述したように2つの振動モードを切り換えることが可能な振動板310を用いてローター100を駆動しており、スイッチ341を操作して振動モードを切り換えることによりローター10

0の駆動方向を切り換えることができきるようになっている。縦振動モードが選択されている場合には、図51に示すように、振動板310の縦振動によって、ローター100と突起部36の当接部から図中左向きの駆動力が付与され、これによりローター100が図中時計回りに回転させられる。

5 一方、屈曲振動モードが選択された場合、図52に示すように、振動板310の屈曲振動によって、ローター100と突起部36との当接部から図中上向きの駆動力が付与され、これによりローター100が図中反時計回りに回転させられるようになっている。

第2実施形態に係る圧電アクチュエータでは、スイッチ341を切り換えることにより、ローター100を正方向および逆方向に駆動することができる。上述したように振動板310の振動モードを切り換えることにより、駆動方向の切り換えを行うようにしたので、駆動方向毎に振動板を設けたり、振動板と駆動対象であるローターとの位置関係を調節する調節機構を設けたりする必要がない。従つて、構成の複雑化および装置の大型化を招くことなく、駆動方向を正逆に切り換えることが可能である。

なお、第2実施形態に係る圧電アクチュエータにおいても、上述した第1実施形態と同様に種々の変形が可能である。例えば、振動板310に突起部36の代わりに切り欠き部を設けるようにしてもよい（図20参照）。また、振動板310の突起部36とローター100との接線上に支持部材11の端部38が位置するようにし、突起部36とローター100との接触状態を安定させるようにしてよい（図31参照）。また、支持部材11に加えてばね部材を設けるようにし、このばね部材によって振動板310をローター100側に付勢するようにしてもよい（図35参照）。

25 C. 第3実施形態

次に、本発明の第3実施形態に係る圧電アクチュエータについて説明する。なお、第3実施形態において、第1および第2実施形態と共通する構成要素には、同一の符号を付けて、その説明を省略する。

上述した第1および第2実施形態では、振動板がばね部材や支持部材の付勢力

によってローター 100 側に押圧されていたが、第 3 実施形態は、ローター 100 を振動板側に押圧する構成となっており、この構成について図 53 を用いて説明する。同図に示すように、この実施形態では、ローター 100 の回転軸 100 j が弾性回動部材 550 の一端に支持されており、回転軸 100 j は弾性回動部材 550 の回転軸 550 a を中心として回動自在になされている。弾性回動部材 550 は、一端が回転軸 100 j を支持するとともに他端が回転軸 550 a に回動自在に支持される回動部 550 b と、回動部 550 b の回転軸 550 a 側から屈曲して延出するばね部 550 c とから構成されている。そして、ばね部 550 c の側面が立設されたピン 551 に支持されることにより、回動部 550 b が図中時計回りに回動させられるように付勢されている。つまり、ローター 100 の回転軸 100 j が図の右側に付勢されるようになっている。

一方、振動板 10 は、第 1 実施形態と異なり、幅方向の両端で剛体からなる支持部材 552 によって支持されている。ここで、支持部材 552 は、振動板 10 が振動した場合の振動の節となる位置で振動板 10 を支持するようになっており、振動板 10 と支持部材 552 の取付部 553 の位置は固定されている。このように振動板 10 を振動の節となる位置で固定することにより、振動板 10 の振動を安定させることができる。また、振動板 10 を固定支持した場合にも、ローター 100 が振動板 10 側に付勢されているので、ローター 100 の外周面と突起部 36との間で十分な摩擦が生じ、両者の間でより効率の高い駆動力伝達を行える。

また、ローター 100 と同軸、つまり回転軸 100 j を回転軸としてローター 100とともに回転する第 1 齒車 555 と、第 1 齒車 555 と歯合する第 2 齒車 556 といった增速または減速等のための歯車機構等を有する場合には、図示のように弾性回動部材 550 の回転軸 550 a と、回転軸 100 j と、第 2 齒車 556 の回転軸 556 a をほぼ一直線 L 上になるように各構成要素を配置し、ローター 100 の回転軸 100 j から直線 L と直交する方向に突起部 36 が位置するよう振動板 10 を配置することが好ましい。これは、このような配置とすることにより、取付時のばらつき、寸法ばらつき、および接触部の磨耗などによって弾性回動部材 550 が回動した場合にも、ローター 100 と突起部 36 との接触角がほとんど変化せず、良好な接触状態を維持することができるからである。ま

た、第1歯車555が回動した場合、第1歯車555と第2歯車556の位置関係もほとんど変化せず、安定した駆動力の伝達が行える。

また、上述した構成では、第2歯車556にかかる負荷が大きくなる、つまり第2歯車556が図中反時計回りである駆動方向と逆方向に回転しようとする力が大きくなると、第1歯車555およびローター100にも時計回りに回転しようとする力が増加することになる。すなわち、第1歯車555は第2歯車556との歯合部分において図中右方向に受ける力が増加することになる。これに伴って、回転軸100jを支持する弾性回動部材550が図中時計回りに回動しようとする力が増加し、これによりローター100の外周面が突起部36を押圧する力が増加することになる。このようにローター100の外周面が突起部36を押圧する力が増加すると、両者の間の摩擦が大きくなり、振動板10からローター100に伝達できる回転トルクが増加することになる。このように、この圧電アクチュエータでは、負荷が増加するに伴って回転トルクを増加させることができる。逆に、負荷が少なくなる場合には、ローター100の外周面と突起部36との間の摩擦が減少することになるが、摩擦が減少することにより低電力でのローター100の駆動が可能となる。従って、第3実施形態に係る圧電アクチュエータでは、低負荷時には低消費電力での動作が可能でありながら、最大トルクを向上させることができる。

なお、第3実施形態では、ローター100の回転軸100jを移動可能にし、
20 弾性回動部材550がローター100を振動板10側に付勢するようにしていった
が、これに限らず、図54に示すように、ローター100を弾性体から形成し、
ローター100自体の弾性力でローター100の外周面を振動板10側に押圧する
ような構成であってもよい。この場合、外力を受けていないとき、つまり弾性
変形していないときのローター100が図の二点差線で示す外周面が突起部36
25 と交錯する位置に配置されるような位置にローター100の回転軸100jの位
置を固定すれば、ローター100が元の形状に戻ろうとする弾性力によってロー
ター100の外周面と突起部36とが押圧接触した状態となり、両者の間に十分
な摩擦が生じ、効率のよい駆動力伝達が行える。また、このような弾性力を有す
るローター100としては、図示のように中空部を有する形状のものであれば、

金属材などを使用することも可能である。

また、第3実施形態においては、上述した振動板10以外にも、第1実施形態と同様、様々な態様の振動板を用いるようにしてもよいし、第2実施形態に示した振動板310のように縦振動モードと屈曲振動モードを選択できる振動板を用いるようにしてもよい。

D. 第4実施形態

次に、本発明の第4実施形態に係る圧電アクチュエータについて説明する。なお、第3実施形態において、第1ないし第3実施形態と共通する構成要素には、
10 同一の符号を付けて、その説明を省略する。

図55に示すように、第4実施形態に係る圧電アクチュエータは、円盤状のローター100の表面上に、振動板10の一端側が重ねて配置された構造となっている。ここで、図56に示すように、振動板10は、ローター100の平面に対して傾けられて配置されており、振動板10のローター100の平面側に突設された突起部700がローター100の平面部に斜め方向から当接した状態となっている。

この構成の下、図示せぬ駆動回路から振動板10の圧電素子に電圧が印加されると、振動板10が図中矢印で示す方向に縦振動する。この縦振動においてローター100の中心側に伸びるように振動した際に、一端部700がローター100の平面と接触したまま変位することにより、ローター100が図55中矢印で示す時計方向に回転駆動されるようになっている。

なお、振動板10は、ローター100の表面側だけでなく、裏面側に設けるようにしてもよい。また、図57に示すように、振動板10をローター100の平面に対して傾けずに、突起部700の下面から下方に突設される突起部710を設けて、この突起部710とローター100の平面とを当接させるようにしてもよい。

また、第4実施形態においては、上述した振動板10以外にも、第1実施形態と同様、様々な態様の振動板を用いるようにしてもよい。

さらに、縦振動モードと屈曲振動モードを選択できる振動板を用いるようにし

て、駆動対象の駆動方向を切り換えるようにしてもよい。この場合、縦振動モードでは、上記振動板と同様に振動してローター 100 を駆動し、屈曲振動モードでは、図 58 に示すように平面外方向に屈曲振動する振動板 580 を設け、屈曲振動モードではローター 100 を縦振動モードと逆方向である図の右側に駆動するようにしてもよい。

15 このように縦振動モードおよび屈曲振動モードを切り換える場合、図 59 に示すような駆動回路を構成するようにすればよい。そして、縦振動モードと屈曲振動モードでスイッチ 581 を図示のように切り換えれば、縦振動モードでは積層配置された 2 つの圧電素子 30, 31 が同位相で振動することにより平面方向で縦振動し、屈曲振動モードでは圧電素子 30, 31 が逆位相で振動することにより、平面外方向に屈曲振動させることができる。なお、図 59 中の矢印は分極方向を示す。

E. 変形例

15 なお、上述した様々な実施形態においては、圧電アクチュエータが円盤状のローターを回転駆動する構成となっていたが、駆動対象はこれに限定されるものではなく、例えば図 60 に示すような略直方体状の駆動部材 660 に上述した振動板 10 を当接させ、この直方体状部材 660 をその長手方向に駆動するようにしてもよい。

20 また、上述した様々な実施形態に係る圧電アクチュエータは、上述したような時計のカレンダー表示機構に搭載される以外にも、電池駆動される時計以外の携帯機器に搭載して用いることも可能である。

また、上述した様々な実施形態においては、補強板 32 として板状の部材を用いるようにしていたが、これに限らず、圧電素子に積層される補強部としては、
25 スパッタ等で形成される金属膜であってもよく、その形成方法も任意である。

請求の範囲

1. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

5 前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するよう前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向
10 駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

2. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材によって移動可能に支持されていることを特徴とする請求項1に記載の圧電アクチュエータ。

15

3. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

20 前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するよう前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方向に駆動する

25 ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

4. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材および前記弾性部材によって回動可能に支持されていることを特徴とする請求項3に記載の圧電アクチュエータ。

5. 前記振動板は、前記駆動対象が駆動される前記方向と逆方向に移動しようとする力が加わった場合に前記駆動対象を押圧する力が大きくなるように支持されていることを特徴とする請求項 2 または 4 に記載の圧電アクチュエータ。

5

6. 前記振動板は、前記駆動対象が駆動される前記方向と逆方向に移動しようとする力が加わった場合に前記逆方向側に移動するように支持されていることを特徴とする請求項 2 または 4 に記載の圧電アクチュエータ。

10 7. 前記振動板の前記駆動対象に当接する前記端部は、突起部を有しており、この突起部が前記駆動対象に当接することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

15 8. 前記振動板は、1つの頂点が切り欠かれた矩形状に形成されており、前記振動板における切り欠かれた部分が前記駆動対象に当接することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

9. 前記振動板は、前記駆動対象と当接する前記端部側が他端側よりも細くなる形状の部分を有していることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載
20 の圧電アクチュエータ。

10. 前記振動板は、前記駆動対象と当接する前記端部側が他端側よりも太くなる形状の部分を有していることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

25

11. 前記補強部は、前記圧電素子よりも前記駆動対象側に前記振動板の中央部よりも細く前記駆動対象側に伸びて前記駆動対象に当接する延出部を有していることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

12. 前記支持部材の前記固定部は、前記駆動対象の駆動方向線上に位置することを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

13. 前記圧電素子の振動によって前記振動板が長手方向に伸縮する縦振動が生じるようになり、この振動によって前記振動板が前記駆動対象から受ける反力によって、前記振動板が前記長手方向と直交する幅方向に揺動する屈曲振動が生じるようにしたことを特徴とする請求項1ないし12のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

10 14. 前記振動板に生じる縦振動と屈曲振動の共振周波数がほぼ同じになるようにしたことを特徴とする請求項13に記載の圧電アクチュエータ。

15 15. 前記振動板に生じる縦振動の共振周波数よりも前記振動板に生じる屈曲振動の共振周波数が大きいことを特徴とする請求項13に記載の圧電アクチュエータ。

16. 前記圧電素子を駆動する励振周波数は、前記振動板に生じる縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数との間の周波数であることを特徴とする請求項15に記載の圧電アクチュエータ。

20

17. 前記圧電素子の振動によって前記振動板が長手方向に伸縮する縦振動が生じるようになり、この振動によって前記振動板が前記駆動対象から受ける反力によって、前記振動板の前記駆動対象と当接する前記端部が前記長手方向と直交する幅方向に弾性変形するようにしたことを特徴とする請求項1ないし12のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

18. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対

して回転可能に支持される回転体と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の前記表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備し
5 ており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

10

19. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材によって移動可能に支持されていることを特徴とする請求項18に記載の圧電アクチュエータ。

20. 支持体と、

15 長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

20 前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の前記表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動する

25 ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

21. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材および前記弾性部材によって回動可能に支持されていることを特徴とする請求項20に記載の圧電アクチュエータ。

22. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、

5 前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の前記外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に

10 回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

23. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材によって移動可能な支持されていることを特徴とする請求項22に記載の圧電アクチュエータ。

15

24. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を

20 有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に

25 回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

25. 前記振動板は、該振動板の属する平面内で前記支持部材および前記弾性部材によって回転可能に支持されていることを特徴とする請求項24に記載の圧

電アクチュエータ。

26. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、
5 外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持されるとともに、その回転
軸が移動可能になされた回転体と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を
有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

前記回転体の外周面が前記振動板の長手方向の端部と当接するように前記回転
10 体に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記
振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に
回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

15

27. 前記回転体の回転軸を回動自在に支持する回動部材と、

前記回転体と回転軸を共通し、前記回転体と一体となって回転する第1の歯車
と、

前記第1の歯車と歯合する第2の歯車とをさらに具備し、

20 前記回動部材の回動中心と、前記回転体および前記第2の歯車の回転軸とをほ
ぼ一直線上に配置し、

前記回転体と前記振動板の当接位置は、前記回転体の回転軸から前記直線と直
交する方向にある

ことを特徴とする請求項26に記載の圧電アクチュエータ。

25

28. 前記回転体の回転負荷の増加に伴って、前記弾性部材が前記回転体を前
記振動板の前記端部側に押圧する力が増加するようにしたことを特徴とする請求
項26または27に記載の圧電アクチュエータ。

2 9 . 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を

5 有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材とを具備しており、

前記回転体は、その外周面を前記振動板の長手方向の端部に当接する位置に配置され、その弾性力をもって前記外周面を前記振動板の前記端部に押圧する弾性体から形成されており、

前記圧電素子が前記振動板の長手方向に振動した場合、この振動によって前記

10 振動板が振動し、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

3 0 . 前記回転体の前記外周面には、凹面状の溝が形成されていることを特徴

15 とする請求項 2 2 ないし 2 9 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

3 1 . 前記振動板は、前記回転体が駆動される前記方向と逆方向に移動しようとする力が加わった場合に前記駆動対象を押圧する力が大きくなるように支持されていることを特徴とする請求項 2 3 または 2 5 に記載の圧電アクチュエータ。

20

3 2 . 前記振動板は、前記回転体が駆動される前記方向と逆方向に移動しようとする力が加わった場合に前記逆方向側に移動するように支持されていることを特徴とする請求項 2 3 または 2 5 に記載の圧電アクチュエータ。

25 3 3 . 前記振動板の前記回転体に当接する前記端部は、突起部を有しており、この突起部が前記回転体に当接することを特徴とする請求項 1 8 ないし 3 2 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

3 4 . 前記振動板は、1つの頂点が切り欠かれた矩形状に形成されており、

前記振動板における切り欠かれた部分が前記回転体に当接することを特徴とする請求項 18 ないし 32 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

35. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、曲面形状になされていることを特徴とする請求項 18 ないし 34 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

36. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、前記回転体の回転軸方向から視た場合に、曲面形状になされていることを特徴とする請求項 35 に記載の圧電アクチュエータ。

37. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、前記振動板の幅方向から視た場合に、曲面形状になされていることを特徴とする請求項 35 または 36 に記載の圧電アクチュエータ。

38. 前記支持体は、前記回転体と前記振動板の両者を支持する单一の部材を有していることを特徴とする請求項 18 ないし 37 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

39. 前記振動板は、前記回転体と当接する前記端部側が他端側よりも細くなる形状の部分を有していることを特徴とする請求項 18 ないし 38 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

40. 前記振動板は、前記回転体と当接する前記端部側が他端側よりも太くなる形状の部分を有していることを特徴とする請求項 18 ないし 38 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

41. 前記補強部は、前記圧電素子よりも前記回転体側に前記振動板の中央部よりも細く前記回転体側に伸びて前記回転体に当接する延出部を有していること

を特徴とする請求項 18ないし38のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

42. 前記支持部材の前記固定部は、前記回転体の駆動方向線上に位置することを特徴とする請求項 18ないし41のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

5

43. 前記圧電素子の振動によって前記振動板が長手方向に伸縮する縦振動が生じるようにし、この振動によって前記振動板が前記回転体から受ける反力によって、前記振動板が前記長手方向と直交する幅方向に揺動する屈曲振動が生じるようにしたことを特徴とする請求項 18ないし42のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

44. 前記振動板に生じる縦振動と屈曲振動の共振周波数がほぼ同じになるようにしたことを特徴とする請求項 43に記載の圧電アクチュエータ。

15 45. 前記振動板に生じる縦振動の共振周波数よりも前記振動板に生じる屈曲振動の共振周波数が大きいことを特徴とする請求項 43に記載の圧電アクチュエータ。

20 46. 前記圧電素子を駆動する励振周波数は、前記振動板に生じる縦振動の共振周波数と屈曲振動の共振周波数との間の周波数であることを特徴とする請求項 45に記載の圧電アクチュエータ。

25 47. 前記圧電素子の振動によって前記振動板が長手方向に伸縮する縦振動が生じるようにし、この振動によって前記振動板が前記回転体から受ける反力によって、前記振動板の前記回転体と当接する前記端部が前記長手方向と直交する幅方向に弾性変形するようにしたことを特徴とする請求項 18ないし42のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

48. 前記支持部材の前記取付部は、前記振動板の長手方向の複数箇所に取り

付けられていることを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38,
39, 40, 41, 42 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

5

49. 前記支持部材の前記取付部の 1 つは、前記振動板の振動の節となる位置に取り付けられていることを特徴とする請求項 48 に記載の圧電アクチュエータ。

50. 前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の腹となる位置と略一致するようにしたことを特徴とする請求項 48 または 49 に記載の圧電アクチュエータ。

51. 前記支持部材における前記取付部は、前記振動板の振動の節となる位置に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 47 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

52. 前記支持部材の前記取付部の位置を前記振動板の振動に伴う前記支持部材の振動の節となる位置と略一致するようにしたことを特徴とする請求項 51 に記載の圧電アクチュエータ。

20

53. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、
前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、
および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するよう前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動

することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方
に駆動し、

前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲
振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を前
記縦振動時と逆方向に駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

5 4. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、
および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈
曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を
有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

前記振動板の長手方向の端部が駆動対象に当接するように前記振動板に弾性力
を与える弾性部材とを具備しており、

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動
することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を一方
に駆動し、

前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲
振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記駆動対象を前
記縦振動時と逆方向に駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

25 5 5. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対
して回転可能に支持される回転体と、

前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、

および前記平面外の方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の表面または裏面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、

5

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、

10 前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動することを特徴とする圧電アクチュエータ。

15 5 6. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、
表裏面を有し、当該表裏面と直交する方向を回転軸方向として前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、
前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、
20 および前記平面外の方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、
前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、
前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の表面または裏面に当接するよう
25 前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、
前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、
前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲

振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動する
ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

5 5 7. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、
外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、
前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、
および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈
10 曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、
前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を
有する弾性部材であって、前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に
当接するように前記振動板に弾性力を付与する支持部材とを具備しており、
前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動
15 することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に
回転駆動し、
前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲
振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記
縦振動時と逆方向に回転駆動する
20 ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

5 8. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、
外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、
前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、
および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈
25 曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、
前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を
有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

前記振動板の長手方向の端部が前記回転体の外周面に当接するように前記振動板に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に
5 回転駆動し、

前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

10

59. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持されるとともに、その回転軸が移動可能になされた回転体と、

15 前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材と、

20 前記回転体の外周面が前記振動板の長手方向の端部に当接するように前記回転体に弾性力を付与する弾性部材とを具備しており、

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、

25 前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記縦振動時と逆方向に回転駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

6 0. 前記回転体の回転軸を回動自在に支持する回動部材と、

前記回転体と回転軸を共通し、前記回転体と一体となって回転する第1の歯車と、

前記第1の歯車と歯合する第2の歯車とをさらに具備し、

5 前記回動部材の回動中心と、前記回転体および前記第2の歯車の回転軸とをほぼ一直線上に配置し、

前記回転体と前記振動板の当接位置は、前記回転体の回転軸から前記直線と直交する方向にある

ことを特徴とする請求項5 9に記載の圧電アクチュエータ。

10

6 1. 前記回転体の回転負荷の増加に伴って、前記弾性部材が前記回転体を前記振動板の前記端部側に押圧する力が増加するようにしたことを特徴とする請求項5 9または6 0に記載の圧電アクチュエータ。

15

6 2. 支持体と、

長手方向を有する板状の圧電素子と補強部とが積層された振動板と、

外周面を有し、前記支持体に対して回転可能に支持される回転体と、

前記振動板の属する平面内で前記振動板を前記長手方向に振動させる縦振動、および前記平面内で前記振動板を前記長手方向と直交する幅方向に揺動させる屈

20

曲振動とのいずれかを選択する選択手段と、

前記支持体に固定される固定部、および前記振動板に取り付けられる取付部を有し、前記振動板を前記支持体に支持する支持部材とを具備しており、

前記回転体は、その外周面を前記振動板の長手方向の端部に当接する位置に配置され、その弾性力をもって前記外周面を前記振動板の前記端部に押圧する弾性体から形成されており、

前記選択手段によって前記縦振動が選択された場合、前記振動板が前記縦振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を一方向に回転駆動し、

前記選択手段によって前記屈曲振動が選択された場合、前記振動板が前記屈曲

振動することにより、該振動による前記振動板の変位に伴って前記回転体を前記
縦振動時と逆方向に回転駆動する
ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

5 6 3. 前記回転体の前記外周面には、凹面状の溝が形成されていることを特徴
とする請求項 5 7 ないし 6 2 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

6 4. 前記振動板の前記回転体に当接する前記端部は、突起部を有しており、
この突起部が前記回転体に当接することを特徴とする請求項 5 5 ないし 6 3 のい
10 ずれかに記載の圧電アクチュエータ。

6 5. 前記振動板は、1つの頂点が切り欠かれた矩形状に形成されており、
前記振動板における切り欠かれた部分が前記回転体に当接することを特徴とす
る請求項 5 5 ないし 6 4 のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

15 6 6. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、曲面形状になされてい
ることを特徴とする請求項 5 5 ないし 6 5 のいずれかに記載の圧電アクチュエー
タ。

20 6 7. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、前記回転体の回転軸方
向から観た場合に、曲面形状になされていることを特徴とする請求項 6 6 に記載
の圧電アクチュエータ。

6 8. 前記振動板の前記回転体と当接する前記端部は、前記振動板の幅方向か
ら観た場合に、曲面形状になされていることを特徴とする請求項 6 6 または 6 7
25 に記載の圧電アクチュエータ。

6 9. 前記支持体は、前記回転体と前記振動板の両者を支持する単一の部材を
有していることを特徴とする請求項 5 5 ないし 6 8 のいずれかに記載の圧電アク

チュエータ。

70. 前記振動板の前記駆動対象に当接する前記端部は、突起部を有しており、この突起部が前記駆動対象に当接することを特徴とする請求項53または54に記載の圧電アクチュエータ。

71. 前記振動板は、1つの頂点が切り欠かれた矩形状に形成されており、前記振動板における切り欠かれた部分が前記駆動対象に当接することを特徴とする請求項53または54に記載の圧電アクチュエータ。

10

72. 前記補強部は、前記圧電素子よりも薄く形成されていることを特徴とする請求項1ないし71のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

15

73. 前記圧電素子は、その面上に配置される電極部を有しており、前記電極部の厚さは、 $0.5\mu m$ 以上であり、かつ前記補強部の厚さよりも小さいことを特徴とする請求項1ないし72のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

20

74. 前記圧電素子は、前記振動板の長手方向の中央部に配置される第1の電極部と、前記振動板の長手方向の両端側に配置される電極が設けられていない第1の無電極部とを有することを特徴とする請求項1ないし72のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

25

75. 前記圧電素子は、前記振動板の幅方向の中央部に配置される第2の電極部と、前記振動板の幅方向の両端側に配置される電極が設けられていない第2の無電極部を有することを特徴とする請求項1ないし72のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

76. 前記振動板は、積層配置される複数の前記圧電素子を有しております。

それぞれ隣接する圧電素子の分極方向が逆方向であることを特徴とする請求項
1ないし75のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

77. 前記振動板は、積層配置される複数の前記圧電素子を有しており、

5 それそれ隣接する圧電素子の分極方向が同一方向であることを特徴とする請求
項1ないし75のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

78. 前記補強部は導体であり、かつ前記圧電素子の上下にそれぞれ積層され
ており、

10 前記圧電素子の上下に積層された前記補強部を介して前記圧電素子に電力を供
給することを特徴とする請求項1ないし77のいずれかに記載の圧電アクチュエ
ータ。

79. 前記支持部材は導体であり、

15 前記支持部材を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする請求項
1ないし78のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

80. 前記振動板の上下面にそれぞれ接触して前記振動板を挟み込む弾性導電
体をさらに具備し、

20 前記弾性導電体を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする請求
項1ないし79のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

81. 前記振動板の周囲に接触しながら巻き付けられる導線をさらに具備し、

前記導線を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする請求項1ない
25 し79のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。

82. 圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電
アクチュエータであって、

前記圧電素子の上下に積層され、導体から形成される補強部を備え、

前記補強部を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする圧電アクチュエータ。

83. 圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電
5 アクチュエータであって、

支持体と、

導電体から形成され、前記圧電素子を前記支持体に支持する支持部材とを備え、
前記支持部材を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする圧電ア
クチュエータ。

10

84. 圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電
アクチュエータであって、

前記圧電素子の上下面にそれぞれ接触して前記圧電素子を挟み込む弾性導電体
を備え、

15 前記弾性導電体を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする圧電
アクチュエータ。

85. 圧電素子を有し、前記圧電素子の振動によって駆動対象を駆動する圧電
アクチュエータであって、

20 前記圧電素子の周囲に接触しながら巻き付けられる導線を備え、
前記導線を介して前記圧電素子に電力を供給することを特徴とする圧電アクチ
ュエータ。

86. 請求項1ないし85のいずれかに記載の圧電アクチュエータと、

25 前記圧電アクチュエータによって回転駆動されるリング状のカレンダー表示車
と
を具備することを特徴とする時計。

87. 請求項1ないし85のいずれかに記載の圧電アクチュエータと、

前記圧電アクチュエータに電力を供給する電池と
を具備することを特徴とする携帯機器。

1/30

図 1

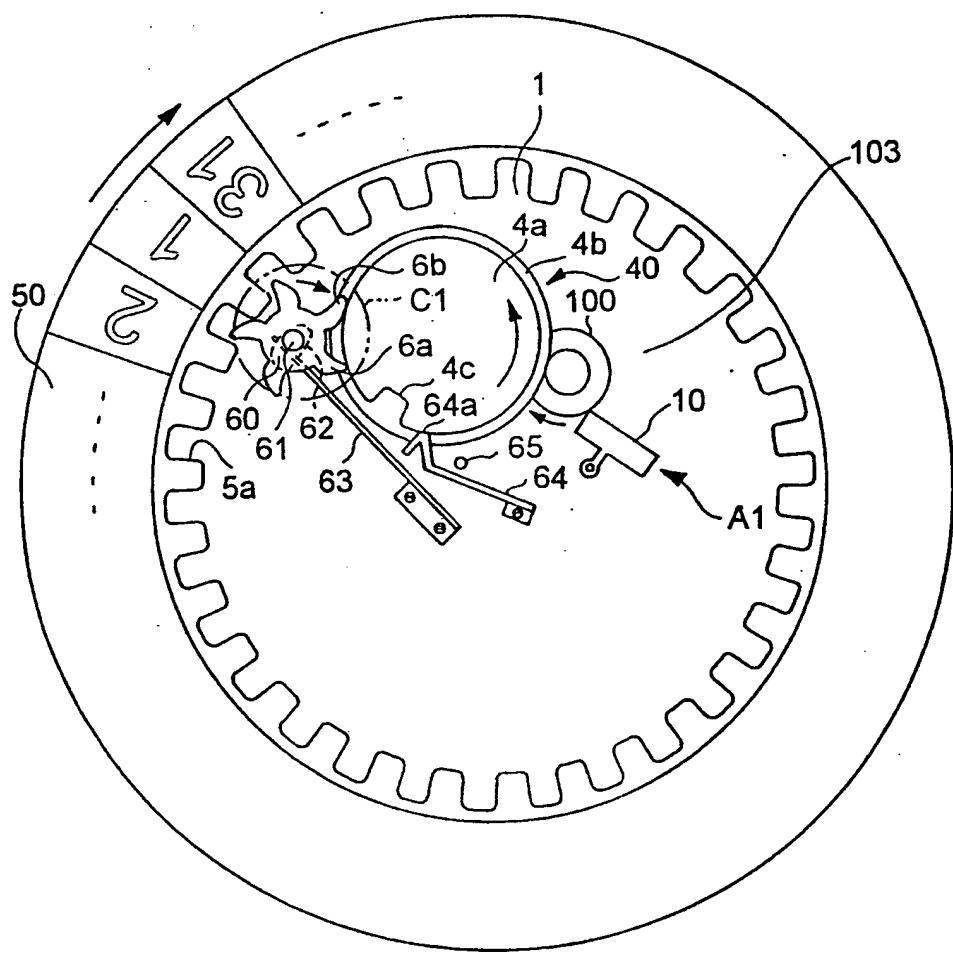
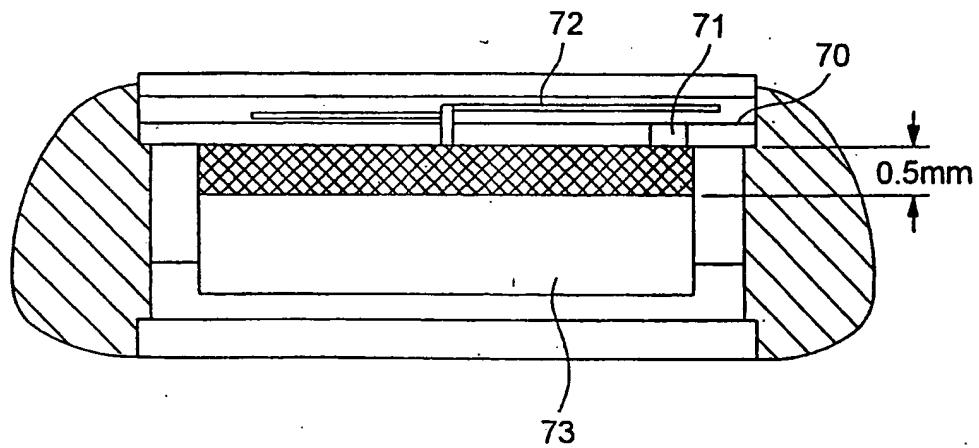
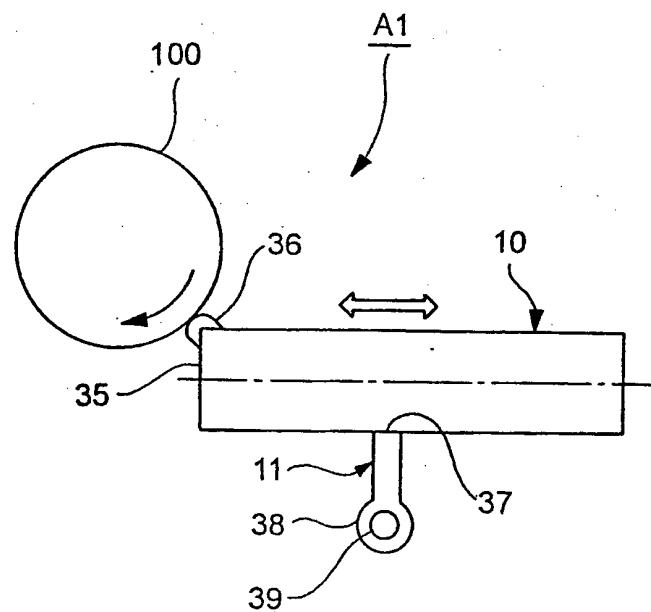


図 2



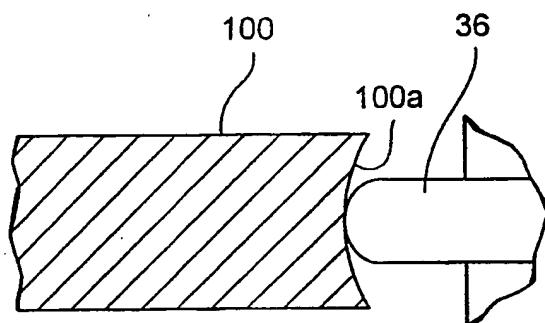
2/30

図 3

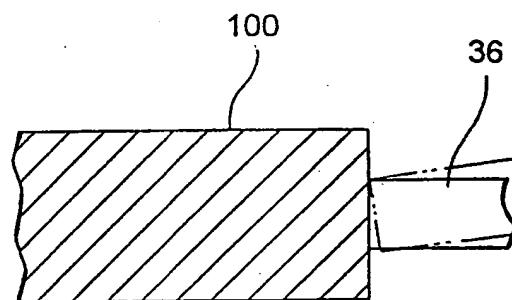


3/30

図 4

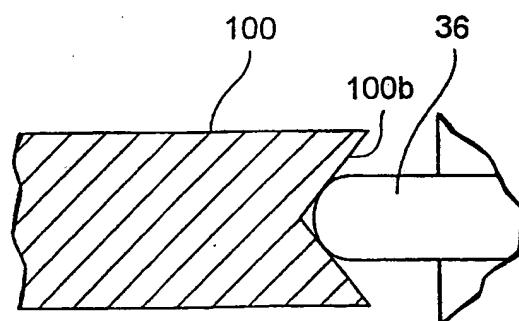


(a)



(b)

図 5



4/30

図 6

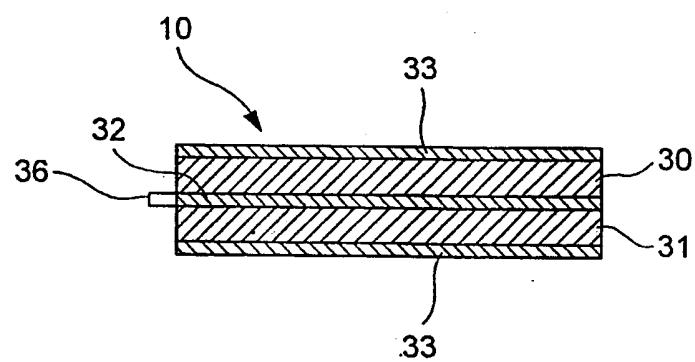
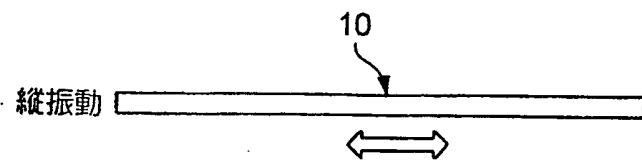


図 7



5/30

図 8

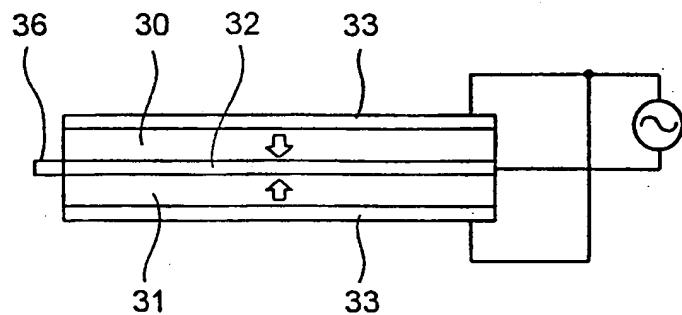


図 9

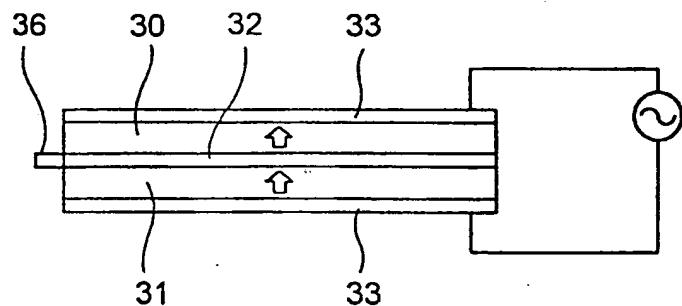
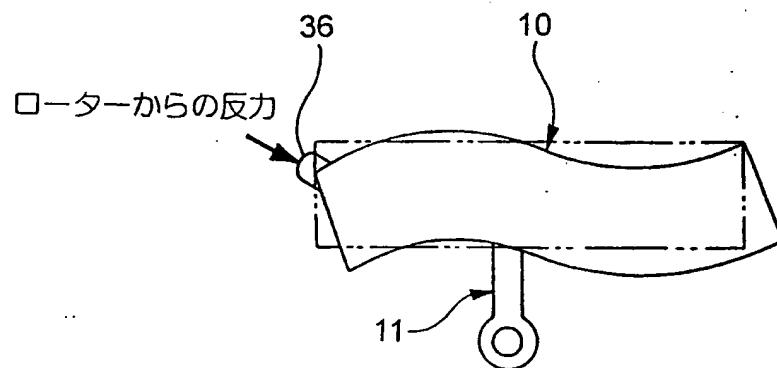


図 10



6/30

図 11

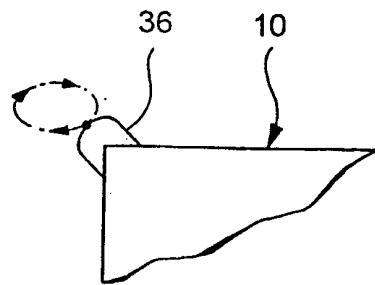
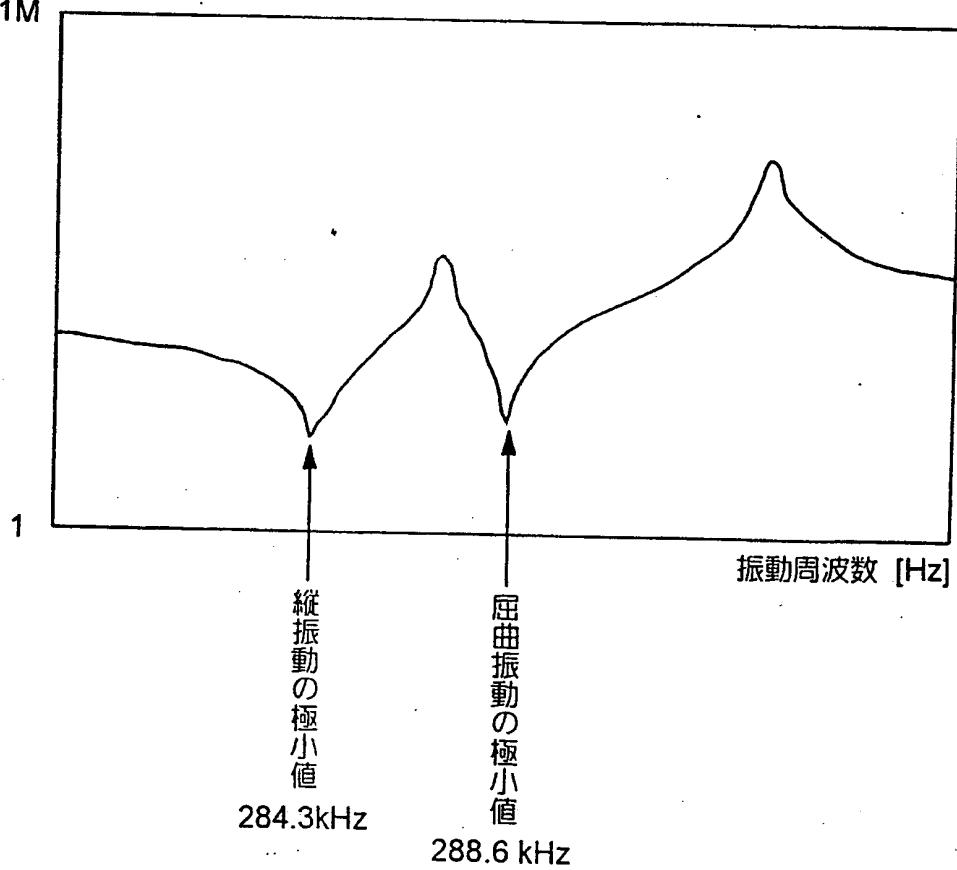


図 12

インピーダンス
[Ω]

1M



7/30

図 13

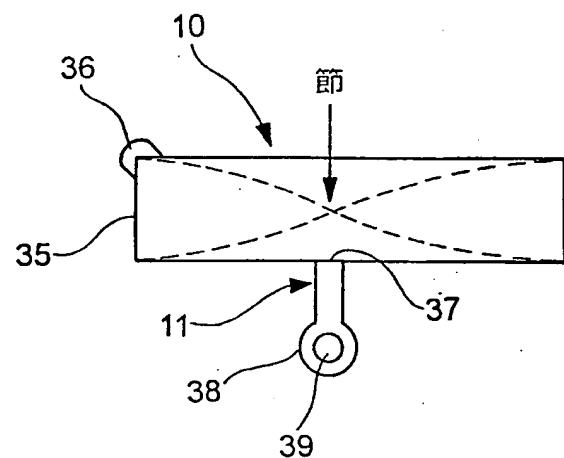
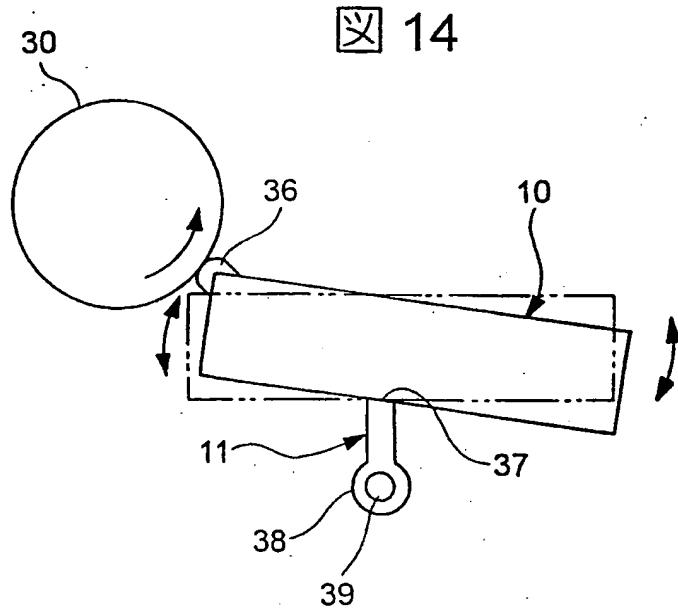


図 14



8 / 30

図 15

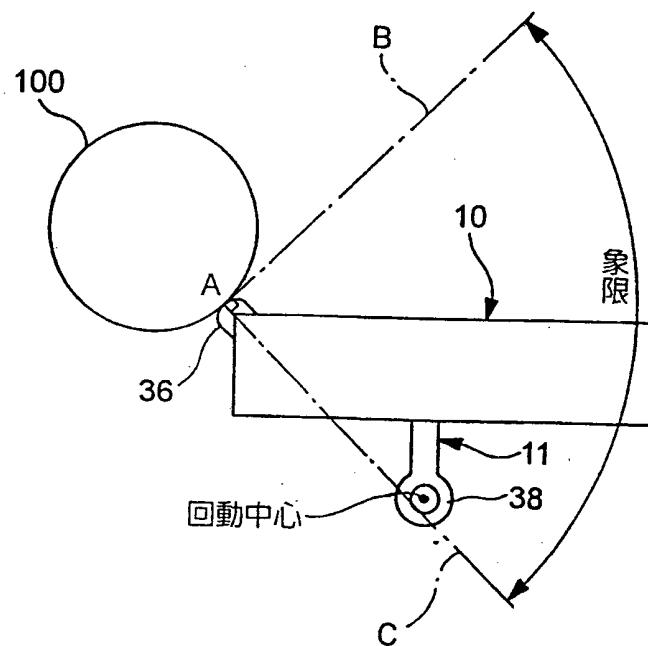
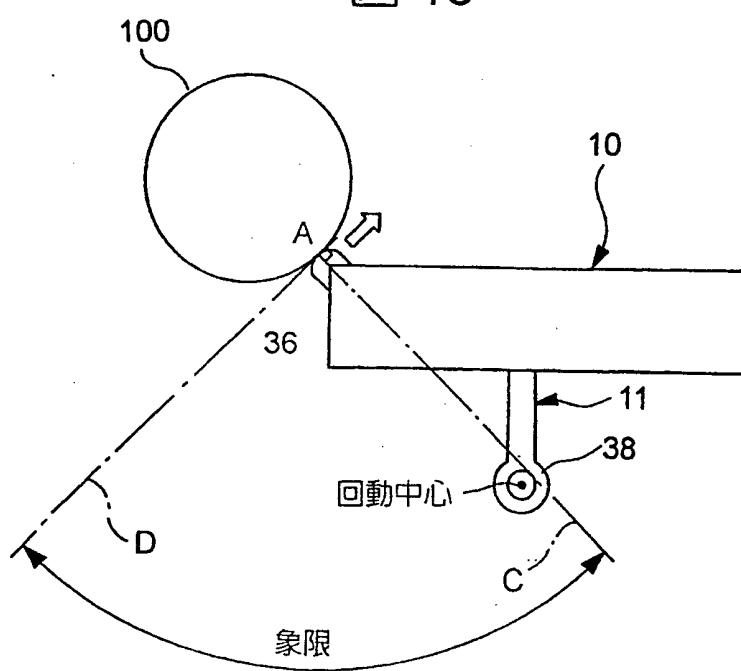
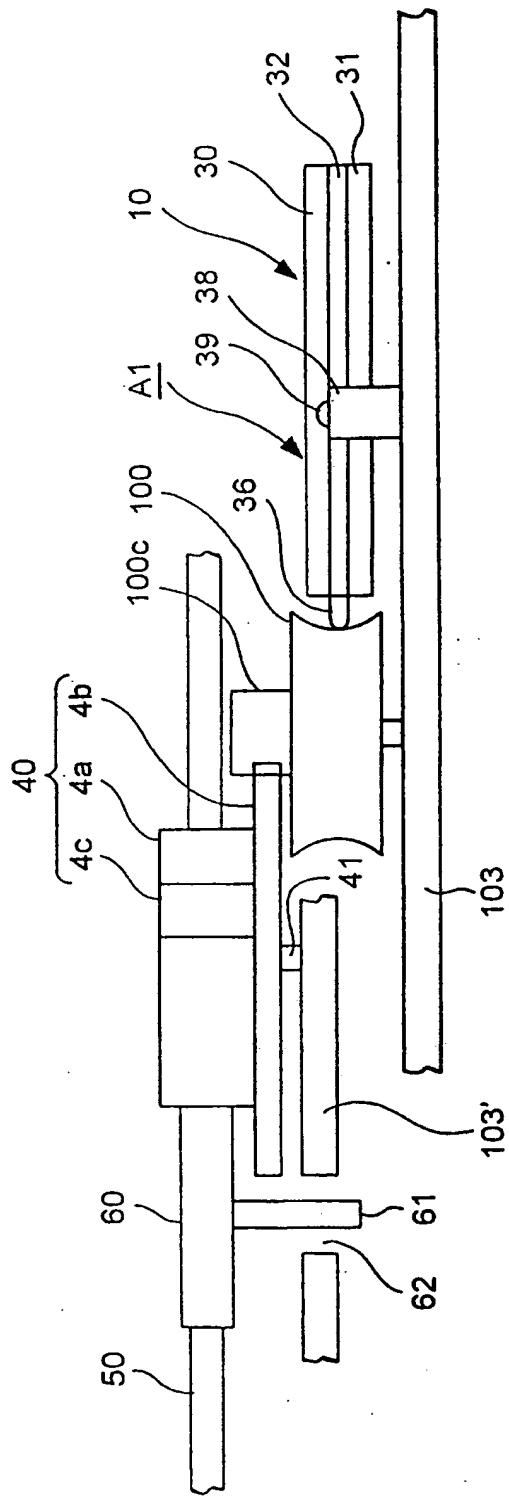


図 16



9 / 30

17



10/30

図 18

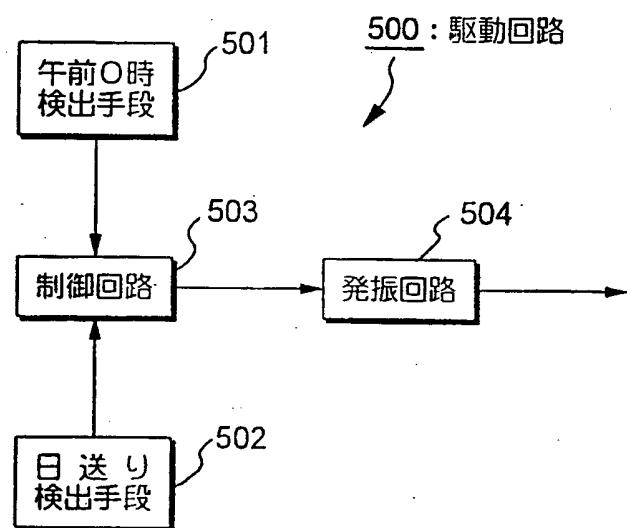
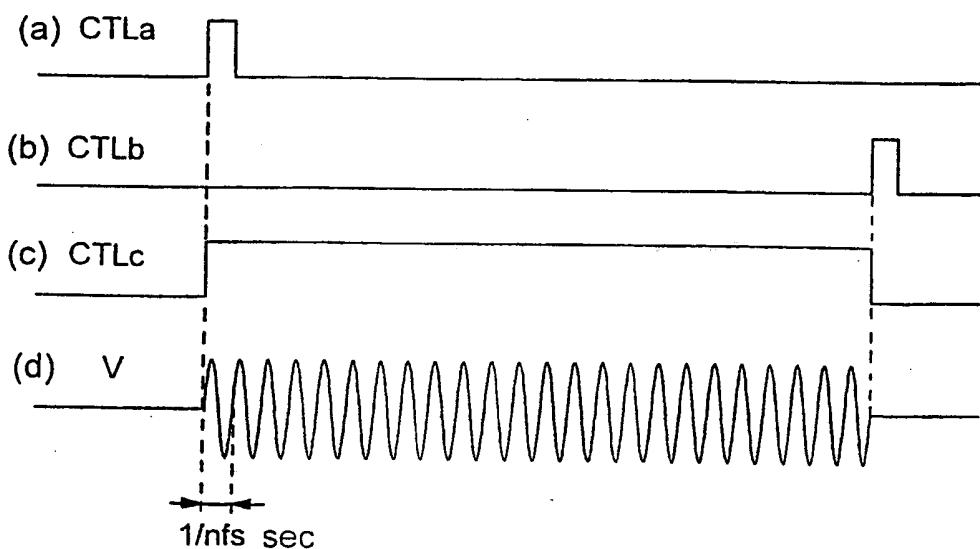


図 19



11/30

図 20

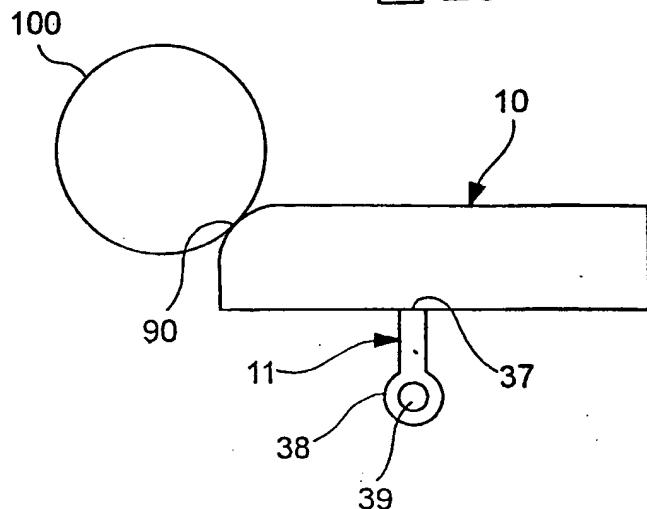


図 21

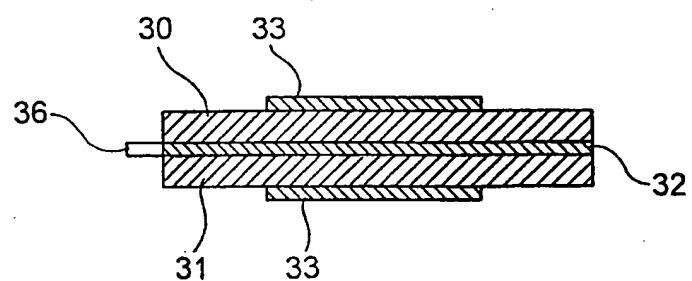
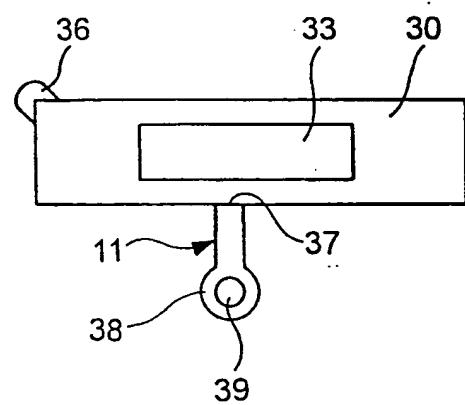


図 22



12/30

図 23

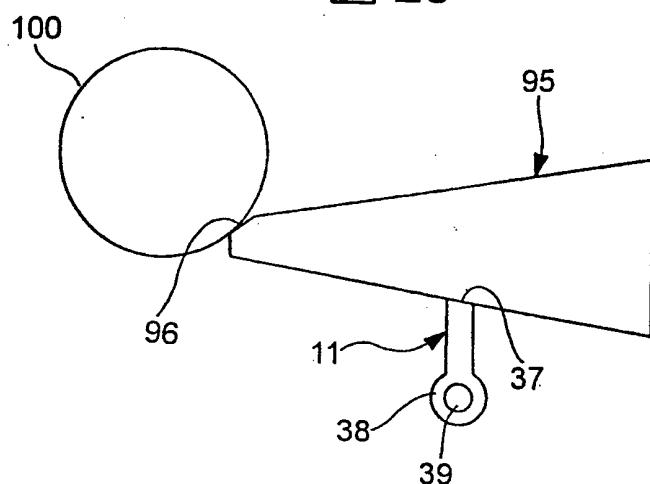
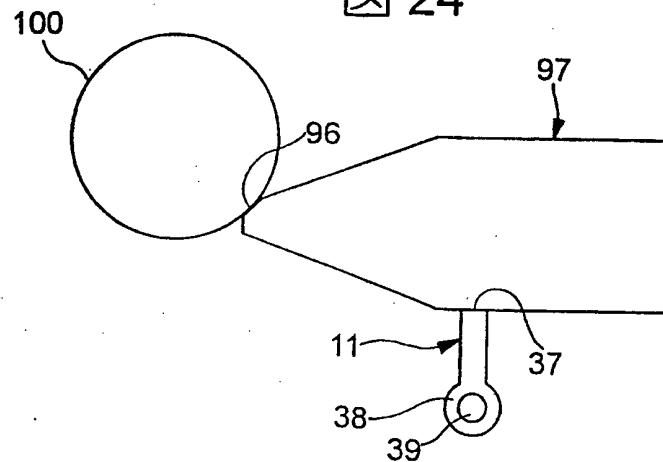
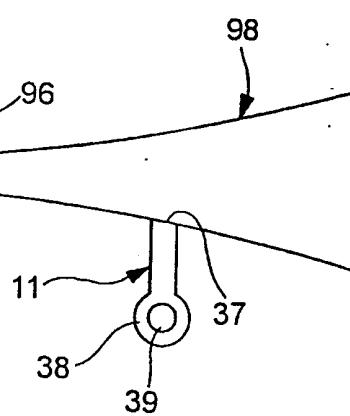


図 24



100

図 25



13/30

図 26

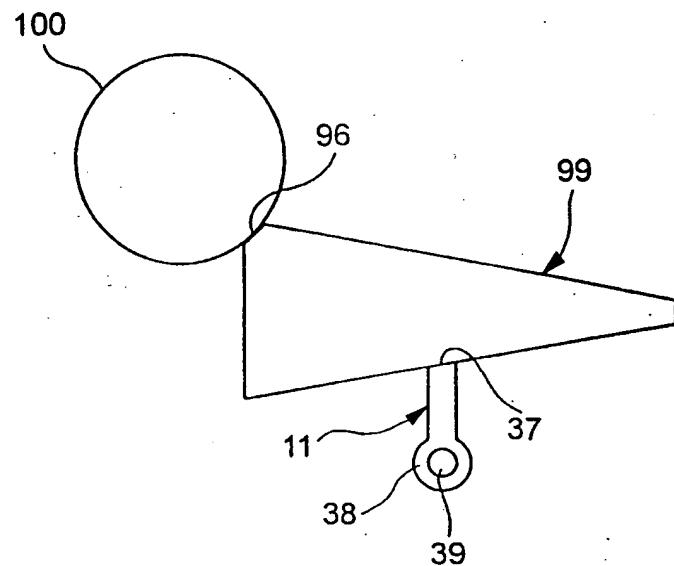
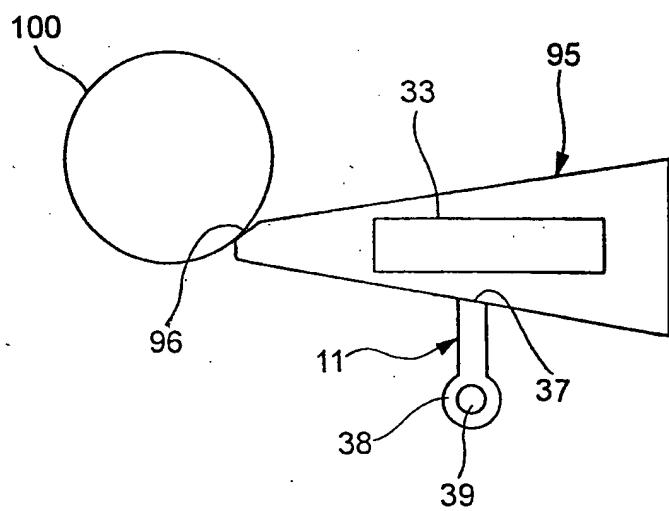


図 27



14/30

図 28

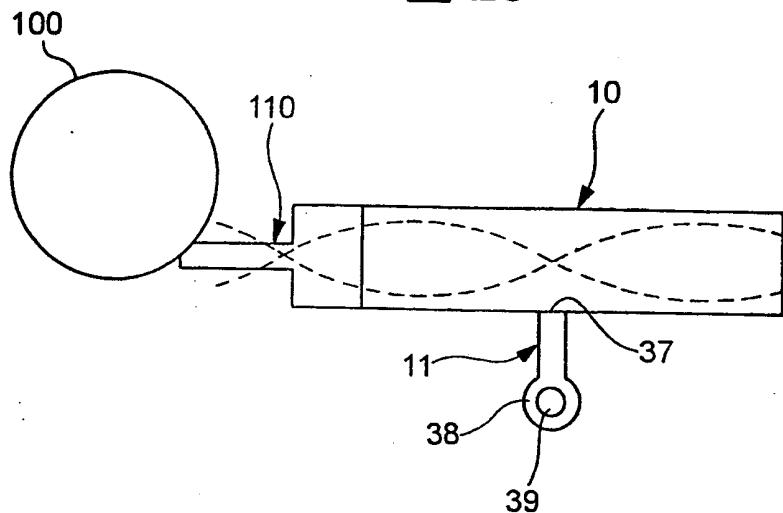
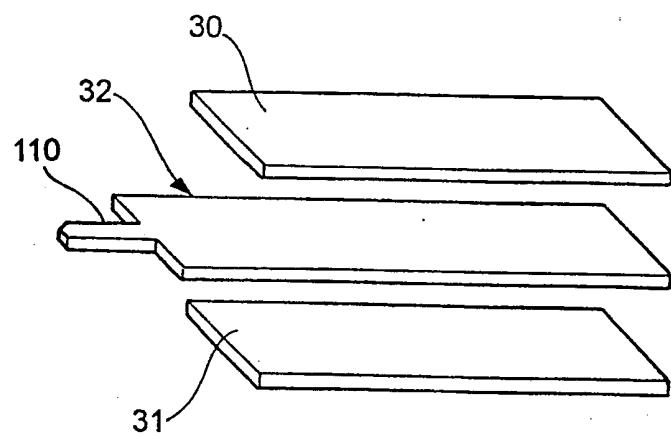


図 29



15/30

図 30

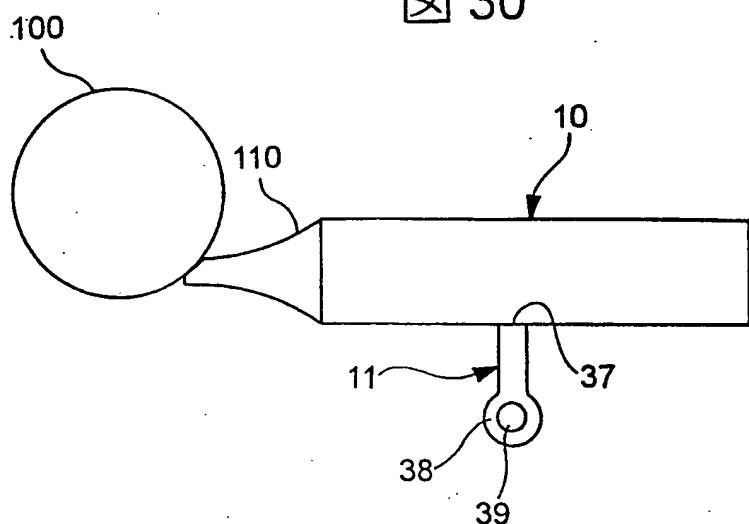
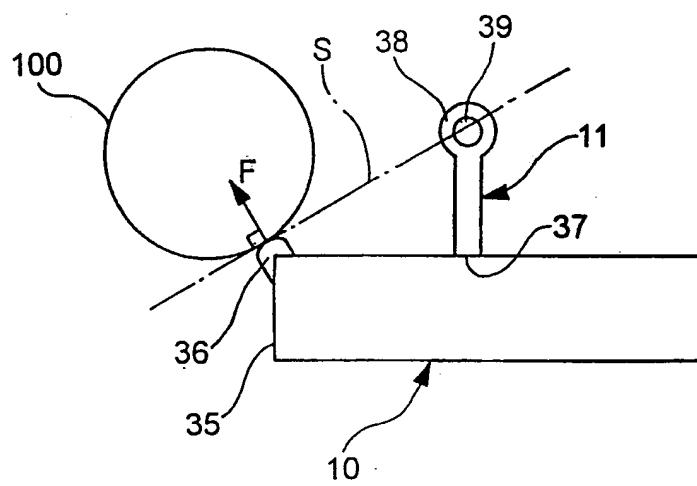


図 31



16/30

図 32

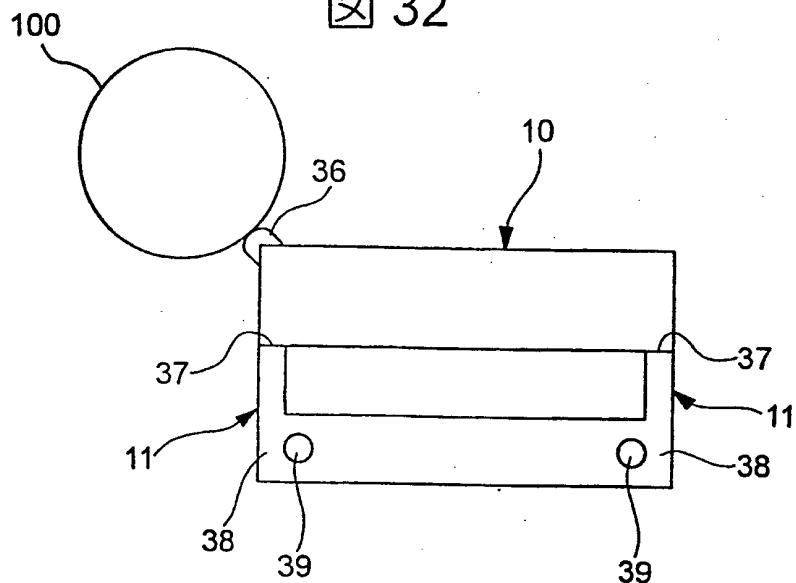
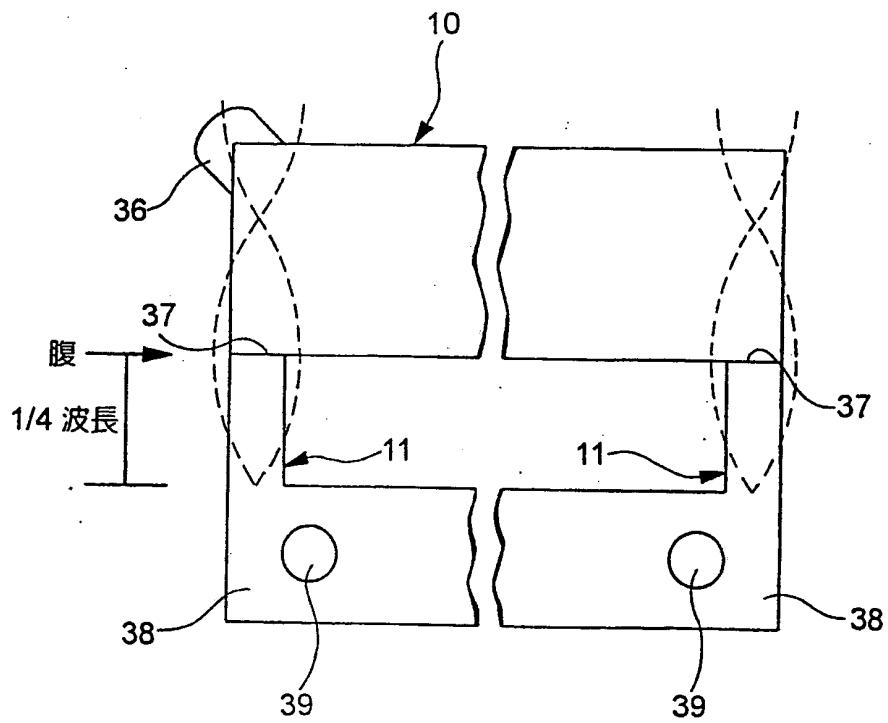


図 33



17/30

図 34

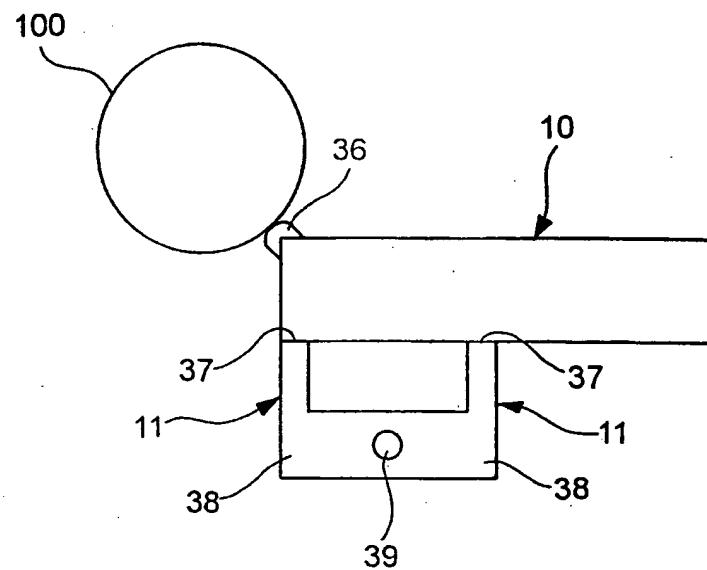
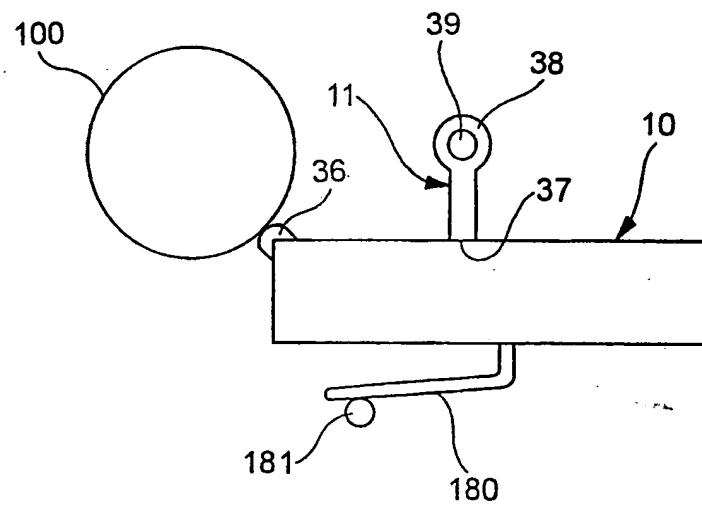


図 35



18/30

図 36

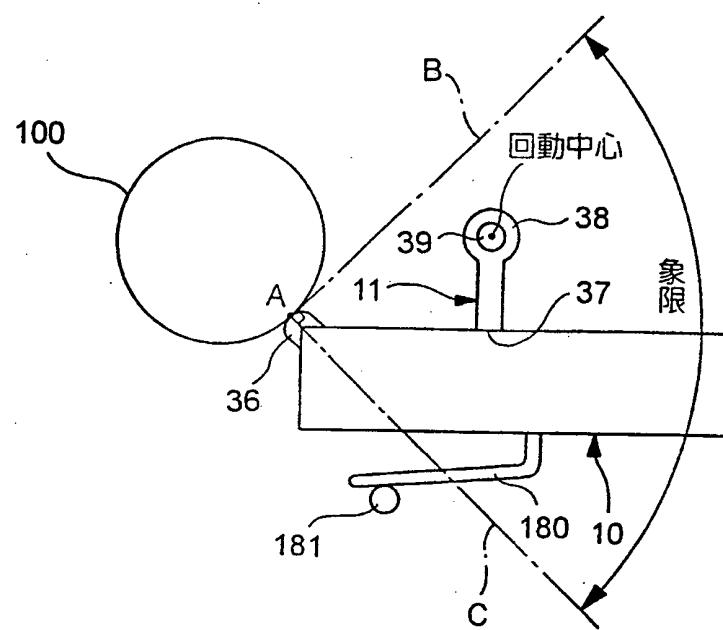
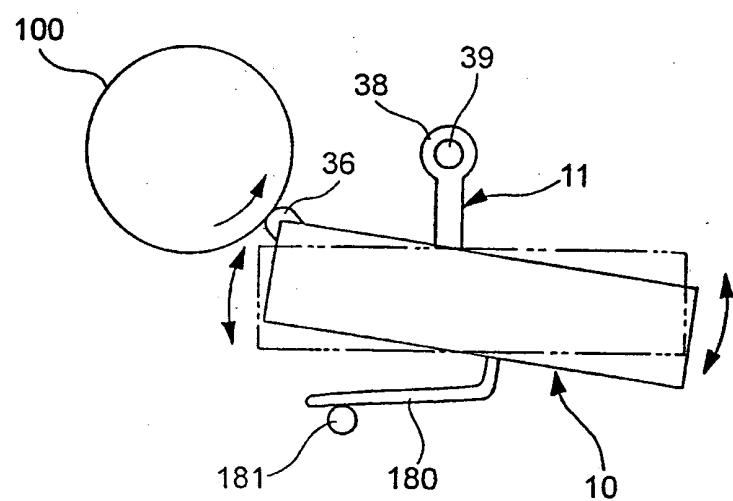


図 37



19/30

図 38

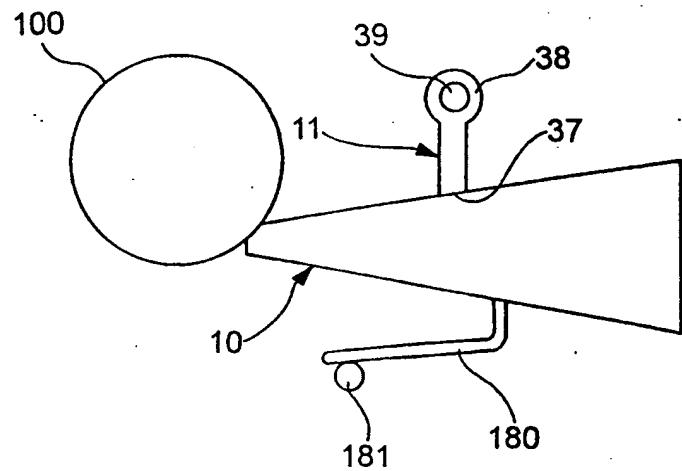
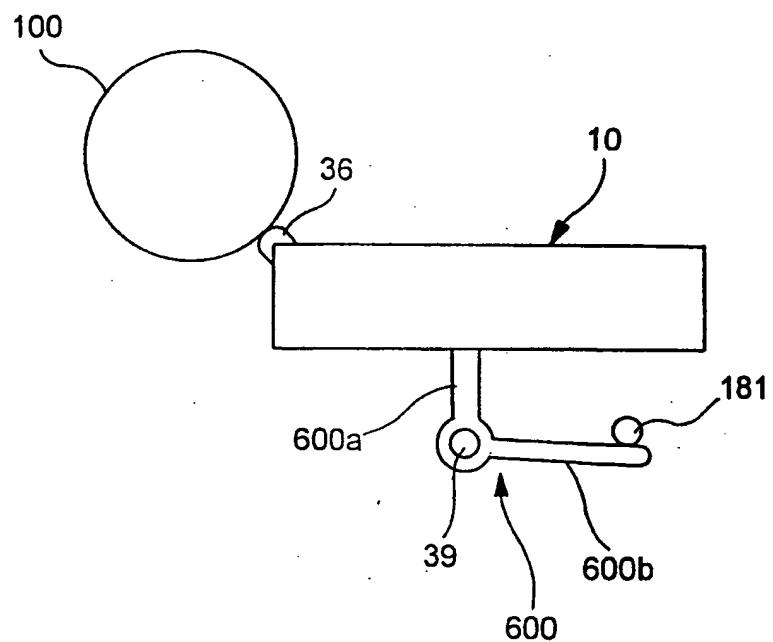
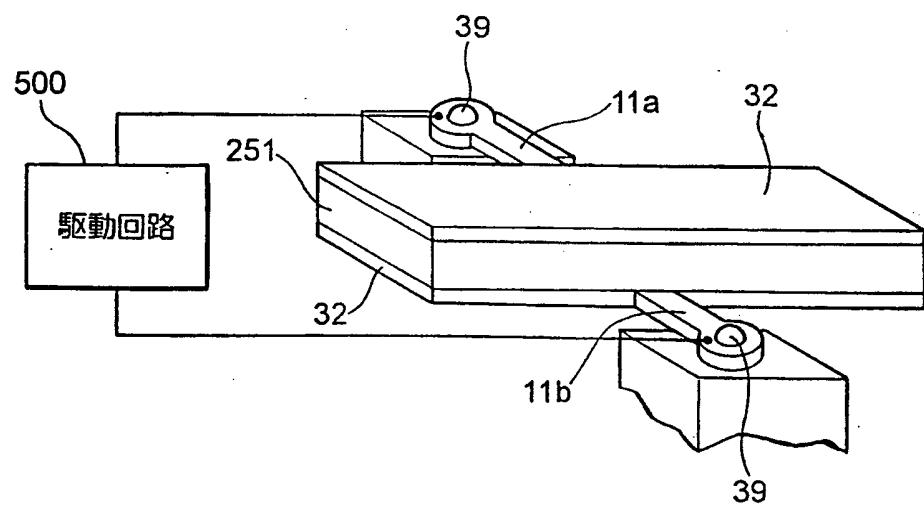


図 39



20/30

図 40



21/30

図 41

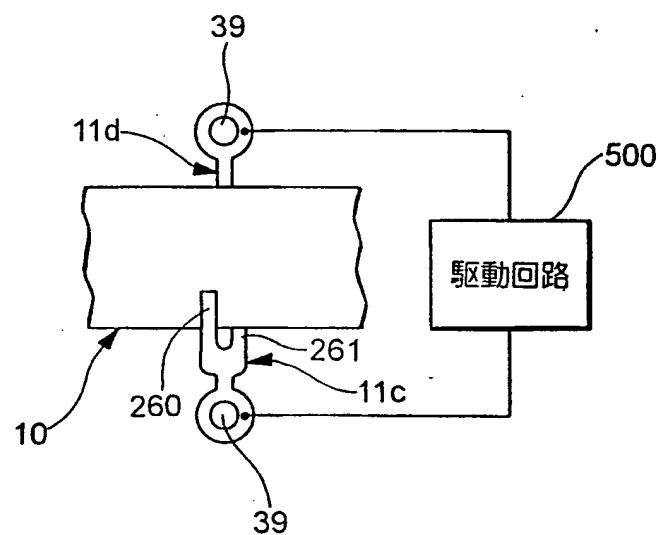
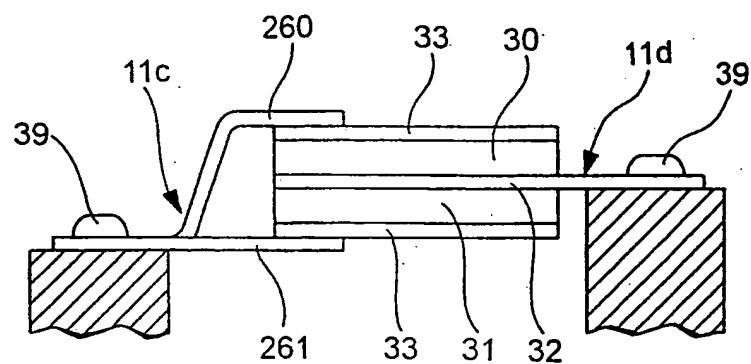


図 42



22/30

図 43

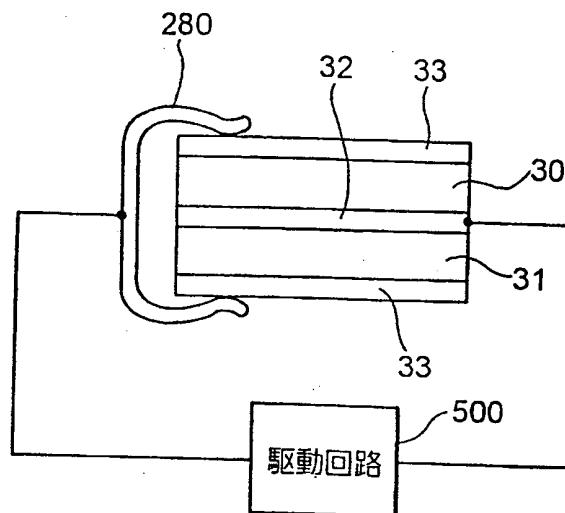


図 44

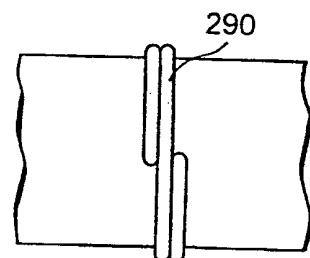
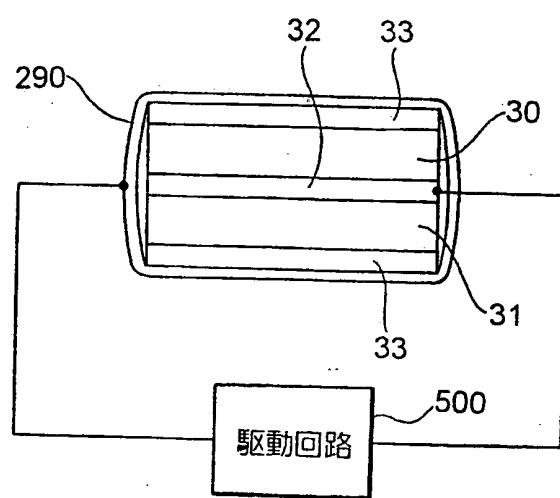


図 45



23/30

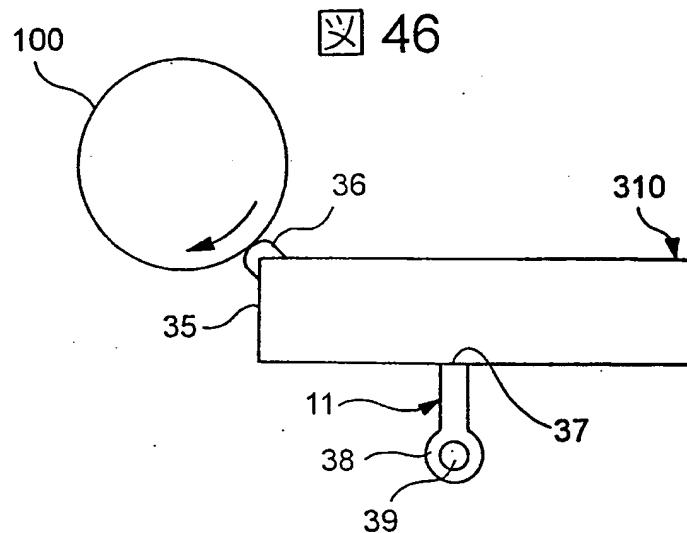


図 47

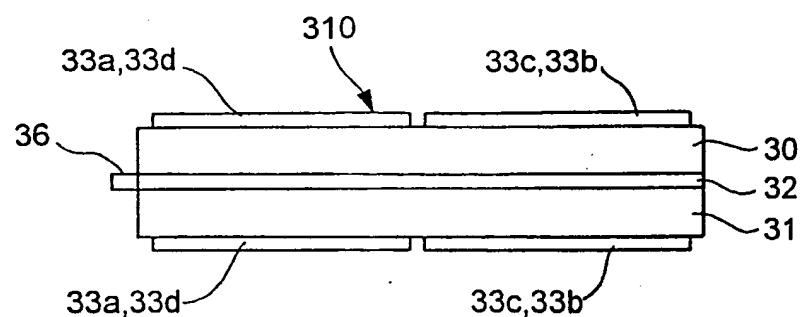
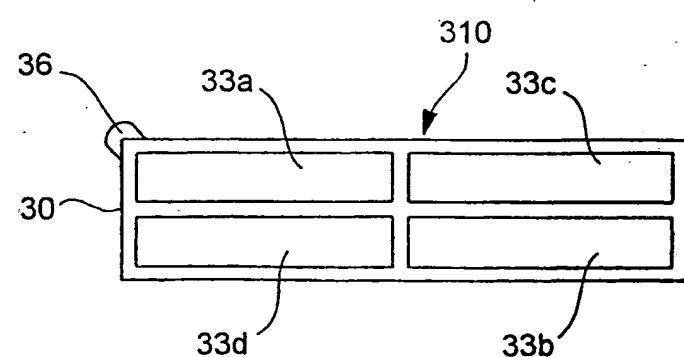


図 48



24/30

図 49

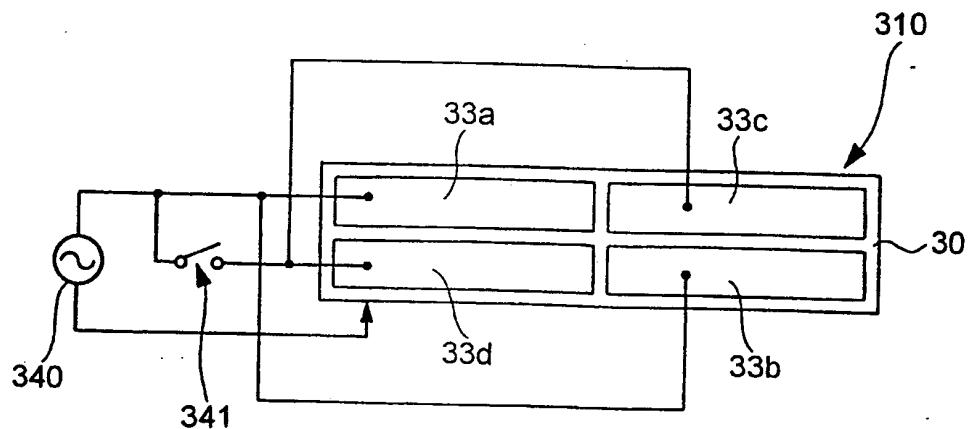
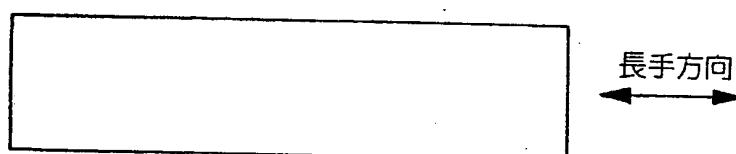
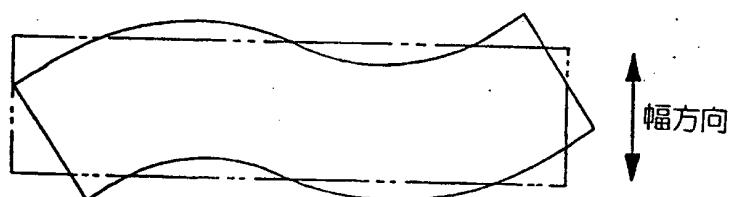


図 50



(a) 縦振動



(b) 屈曲振動

25/30

図 51

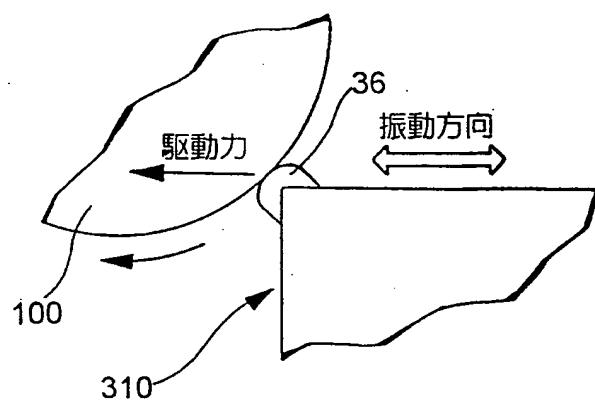
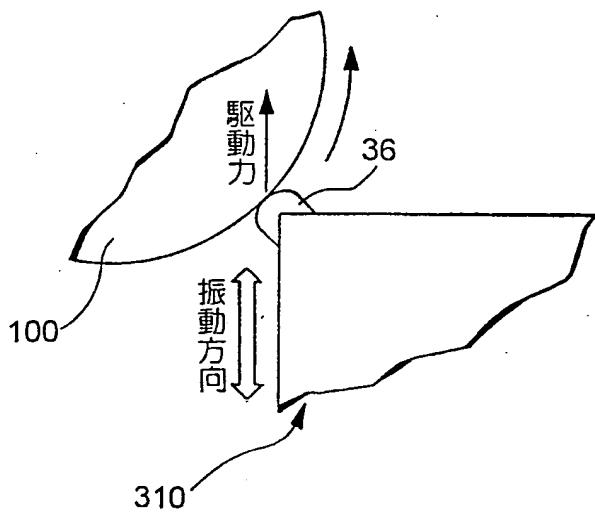
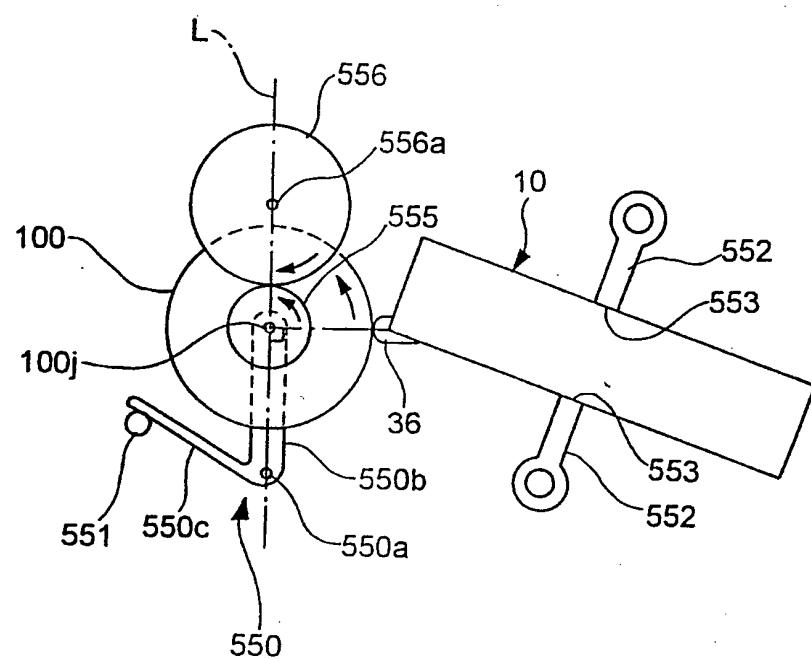


図 52



26/30

図 53



27/30

図 54

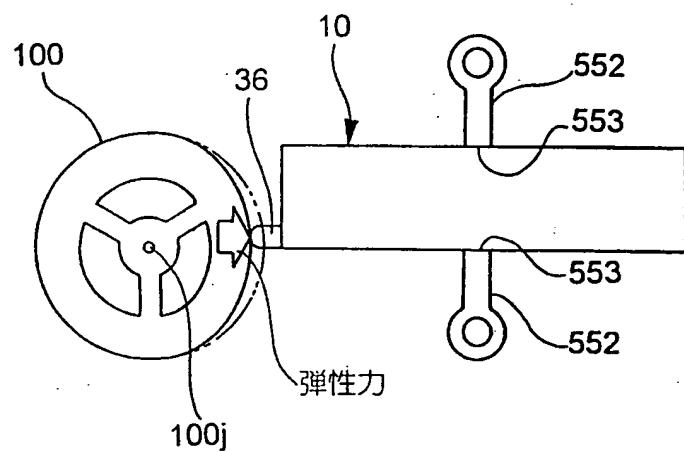
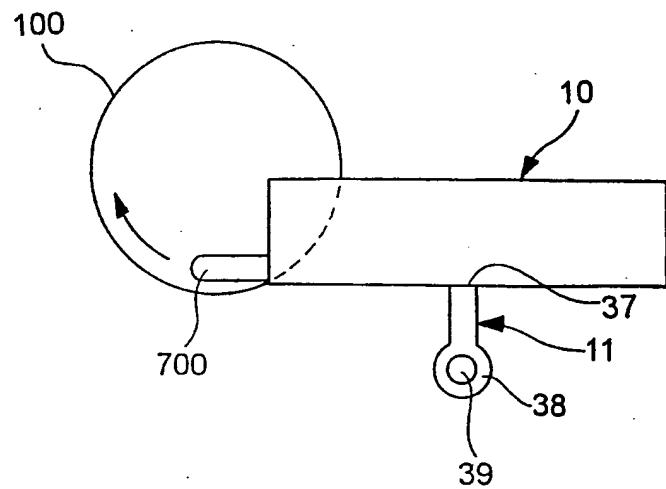


図 55



28/30

図 56

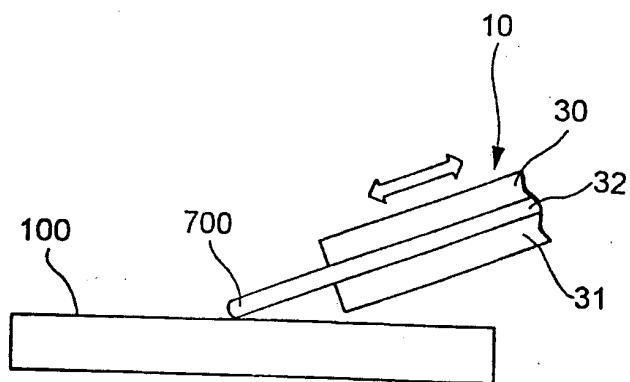
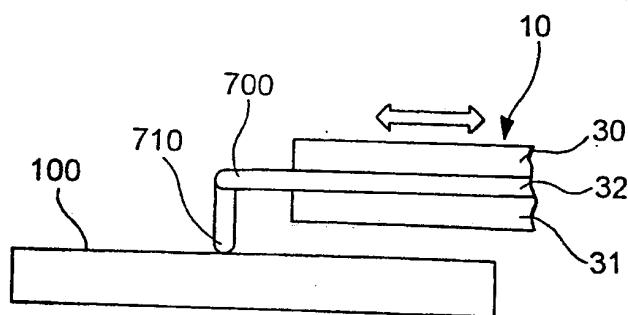


図 57



29/30

図 58

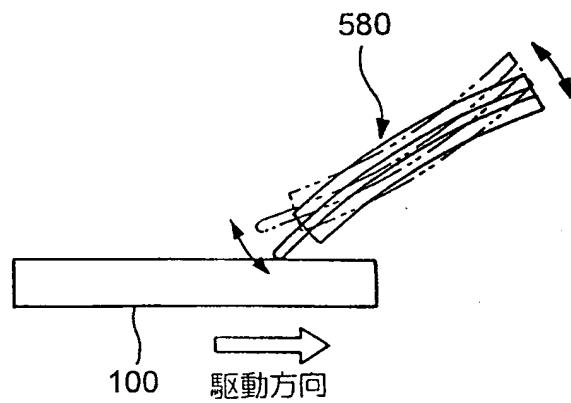
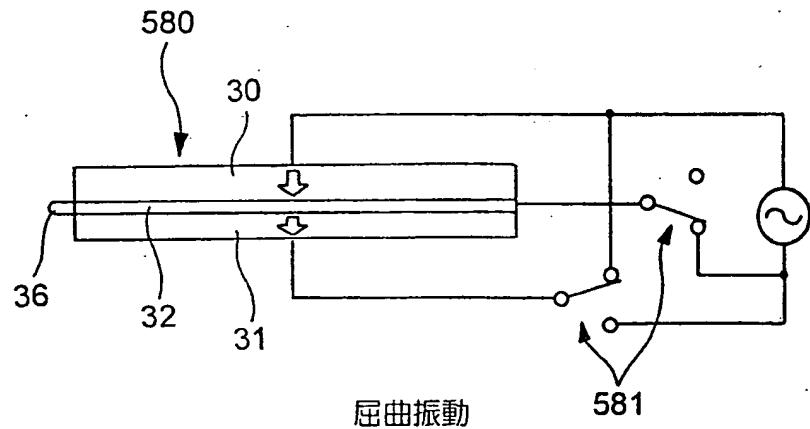
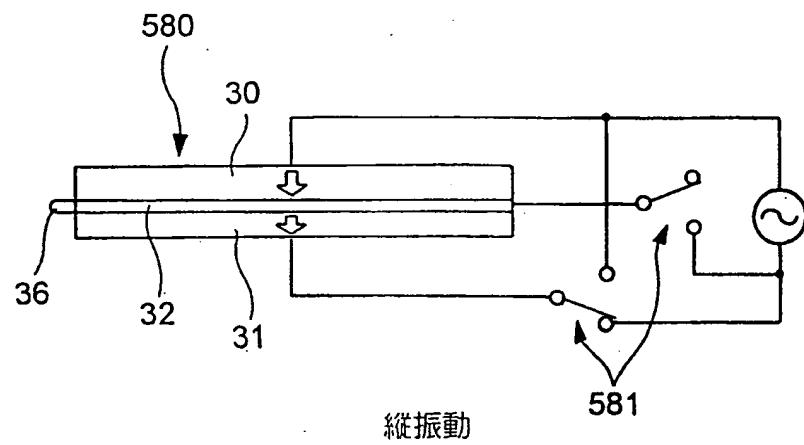


図 59



30/30

図 60

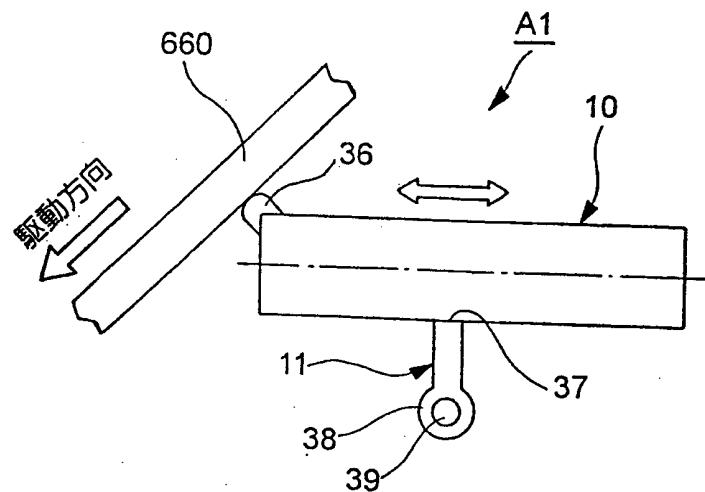
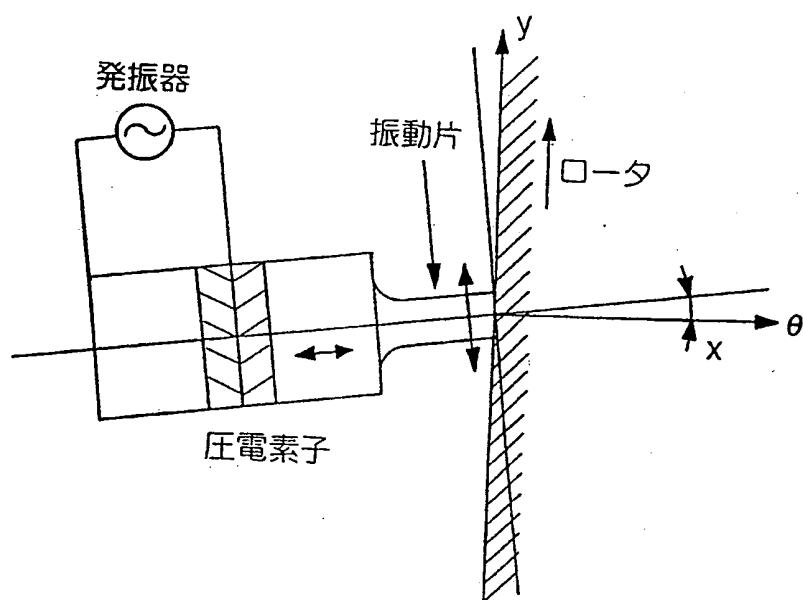


図 61



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H02N 2/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H02N 2/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 62-239876, A (Nippon Soken Inc.), 20 October, 1987 (20.10.87), Full text (Family: none)	1-87
Y	JP, 54-34010, A (Seiko Instr. & Electronics Ltd.), 13 March, 1979 (13.03.79), Full text (Family: none)	1-87
A	JP, 8-275558, A (FANUC LTD), 18 October, 1996 (18.10.96), Full text (Family: none)	7-10, 33-40, 64-71
A	JP, 3-11983, A (NEC Corporation), 21 January, 1991 (21.01.91), Full text & JP, 2-847758, B2	13-17, 43-47, 53-62
A	JP, 63-118591, U (Casio Computer Co, Ltd.), 01 August, 1988 (01.08.88), Full text (Family: none)	18-21, 55-56
A	JP, 10-327589, A (Seiko Instruments Inc.),	26-29, 31-32

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
12 October, 1999 (12.10.99)Date of mailing of the international search report
24 November, 1999 (24.11.99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04877

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	08 December, 1998 (08.12.98), Full text & EP, 880185, A2	
A	JP, 5-2594, U (OMRON CORPORATION), 14 January, 1993 (14.01.93), Full text (Family: none)	53-77
A	JP, 5-3688, A (OMRON CORPORATION), 08 January, 1993 (08.01.93), Full text (Family: none)	53-77
A	JP, 4-145879, A (OMRON CORPORATION), 19 May, 1992 (19.05.92), Full text (Family: none)	53-77
A	JP, 4-129942, A (OMRON CORPORATION), 30 April, 1992 (30.04.92), Full text (Family: none)	53-77
A	JP, 63-294281, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 30 November, 1988 (30.11.88), Full text & JP, 3-048517, B4	48-52
EA	JP, 11-52075, A (SEIKO EPSON CORPORATION), 26 February, 1999 (26.02.99), Full text (Family: none)	1-87

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁶ H02N 2/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁶ H02N 2/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1999

日本国登録実用新案公報 1994-1999

日本国実用新案登録公報 1996-1999

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P、62-239876、A (株式会社日本自動車部品総合研究所)、 20.10月.1987(20.10.87)、 全頁(ファミリーなし)	1-87
Y	J P、54-34010、A (株式会社第二精工舎)、 13.3月.1979(13.03.79)、 全頁(ファミリーなし)	1-87
A	J P、8-275558、A (ファンック株式会社)、 18.10月.1996(18.10.96)、 全頁(ファミリーなし)	7-10, 33-40, 64-71

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 12.10.99	国際調査報告の発送日 24.11.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 下原 浩嗣 印 3V 9179 電話番号 03-3581-1101 内線 3356

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/04877

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP、3-11983、A(日本電気株式会社)、 21.1月.1991(21.01.91)、全頁 & JP, 2-847758, B2	13-17, 43-47, 53-62
A	JP、63-118591、U(カシオ計算機株式会社)、 1.8月.1988(01.08.88)、 全頁(ファミリーなし)	18-21, 55-56
A	JP, 10-327589, A (セイコーインスツルメンツ株式会社)、 8.12月.1998(08.12.98)、全頁 & EP, 880185, A2	26-29, 31-32
A	JP、5-2594、U(オムロン株式会社)、 14.1月.1993(14.01.93)、 全頁(ファミリーなし)	53-77
A	JP、5-3688、A(オムロン株式会社)、 8.1.1993(08.01.93)、 全頁(ファミリーなし)	53-77
A	JP、4-145879、A(オムロン株式会社)、 19.5月.1992(19.05.92)、 全頁(ファミリーなし)	53-77
A	JP、4-129942、A(オムロン株式会社)、 30.4月.1992(30.04.92)、 全頁(ファミリーなし)	53-77
A	JP、63-294281、A(松下電工株式会社)、 30.11月.1988(30.11.88)、全頁 & JP, 3-048517, B4	48-52
EA	JP、11-52075、A(セイコーエプソン株式会社)、 26.2月.1999(26.02.99)、 全頁(ファミリーなし)	1-87